



Karelia-ammattikorkeakoulu
Insinööri (Ylempi AMK)
Kestävä energiatalous


Tulevaisuuden aurinkosähköosaajat Salon seudulla 2030

Mika Mielonen

Opinnäytetyö, toukokuu 2022

www.karelia.fi

	<p>OPINNÄYTETYÖ Toukokuu 2022 Kestävä energiatalous</p> <p>Tikkarinne 9 80200 JOENSUU +358 13 260 600 (vaihde)</p>
<p>Tekijä(t) Mika Mielonen</p>	
<p>Nimeke Tulevaisuuden aurinkosähköosaajat Salon seudulla 2030</p> <p>Toimeksiantaja Salon seudun ammattiopisto</p>	
<p>Tiivistelmä Aurinkosähköjärjestelmät kehittyvät nopeasti ja ammatillisen oppilaitoksen on oltava mukana kehityksessä ja tietoinen aurinkosähköön liittyvistä uusilla markkinoilla olevista komponenteista ja laitteista. Näiden uusien komponenttien ja laitteiden ominaisuudet sekä turvallisuusnäkökohdat tulee opettaa opiskelijoille, jotta hekin ovat kehityksessä mukana ja saavat vietyä ammatillista osaamista yrityksiin.</p> <p>Opinnäytetyössä tavoitteena oli tutkia Opetushallituksen, Salon seudun ammattioppilaitoksen ja työelämän näkökulmia aurinkosähköjärjestelmäasennukset - opetuksen työelämän osaamistarpeista Salon seudulla vuonna 2030. Saatujen tietojen pohjalta luodaan aurinkosähköosaajan osaamisprofiili koulutuksen kehittämistä varten.</p> <p>Tulosten perusteella tärkeimpinä huomioina nousi esille aurinkosähköjärjestelmien perusasennusten muuttumattomuus, standardien ja lainsäädännön osaaminen sekä sähkö- ja sähkötyöturvallisuuden ja kattotyöturvallisuuden painottaminen opetuksessa. Lisäksi esille nousi rakennuksiin lisätty tekniikka, joiden avulla rakennuksen sähkökuormien tiedonsiirto tapahtuu väylähajauksena. Jatkotutkimuksen aiheena voisi olla oppilaitoksen sähköautojen latauksien toteutus aurinkosähköllä ja kuinka energian varastointi kaksisuuntaisena latauksena pystytään hyödyntämään oppilaitoksessa.</p> <p>Opinnäytetyötä hyödynnetään paikallisesti oppilaitoksen sähkökoulutuksen kehittämisessä ja toiminnan suunnittelussa. Lisäksi aurinkosähkön oppimisympäristöä päivitetään opinnäytetyön tulosten myötä.</p>	
<p>Kieli suomi</p>	<p>Sivuja 38 Liitteet 2 Liitesivumäärä 3</p>
<p>Asiasanat Ammatillinen koulutus, aurinkosähköosaaminen, tulevaisuuden osaajat</p>	

 Karelia UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	THESIS May 2022 Sustainable energy economy Tikkarinne 9 80200 JOENSUU FINLAND + 358 13 260 600 (switchboard)
Author (s) Mika Mielonen	
Title The photovoltaic experts of the future in the Salo region in 2030 Commissioned by Salo Region Vocational College	
Abstract Photovoltaic systems are evolving rapidly, and a vocational education must be involved in the development and aware of the new components and devices on the market related to photovoltaics. The features and safety aspects of these new components and devices must be taught to students so that they too can take part in the development and transfer their professional skills to companies. The aim of the thesis was to study the perspectives of the National Board of Education, the Salo Region Vocational School and working life on the competence needs of solar power system installations in teaching in the Salo region in 2030. Based on the results, the most important considerations were the invariance of the basic installations of photovoltaic systems, the knowledge of standards and legislation, and the emphasis on electrical and electrical safety and roof safety in teaching. In addition, technology was added to the buildings, which allows the data transmission of the building's electrical loads to take place as a bus control. The topic of further research could be the implementation of electric car charges in an educational institution with solar electricity and how the storage of energy as a two-way charge can be utilized in the educational institution. The thesis is utilized locally in the development of the institution's electrical education and in the planning of activities. In addition, the learning environment for solar electricity will be updated with the results of the thesis.	
Language Finnish	Pages 38 Appendices 2 Pages of Appendices 3
Keywords Vocational education, Photovoltaic skills, future experts	

Sisältö

1	Johdanto	4
1.1	Opinnäytetyön tavoite ja tutkimuskysymykset	5
2	Aurinkosähkö	6
2.1	Aurinkosähköopetuksen nykytila	6
2.2	Aurinkosähkön kehitys	7
2.3	Aurinkosähköjärjestelmät	9
2.4	Uuden sukupolven paneelit	11
2.5	Älykäs aurinkosähköjärjestelmä	14
2.6	Järjestelmän asennus	18
3	Ammatillisen koulutuksen toimintaympäristö	23
3.1	Visio vuoteen 2030.....	24
3.2	Tulevaisuuden osaajat	24
4	Tutkimusmenetelmät	27
4.1	Kvalitatiivinen menetelmä.....	27
4.2	Teemahaastattelu	27
5	Aineiston käsittely	28
5.1	Haastattelun toteutus	29
6	Tulokset	30
6.1	Tulevaisuuden työelämälähtöinen osaaminen ja aurinkosähköosaajaprofiili	31
6.2	Aurinkosähköjärjestelmäasennukset opetuksen toteuttamissuunnitelmassa	33
7	Pohdinta	35
7.1	Kehittämisehdotukset	38
	Lähteet.....	43

Liitteet

Liite 1 Haastattelukysymykset

1 Johdanto

Uusiutuva energia ja sen eri muodot ovat tällä hetkellä keskeisessä asemassa ilmaston hyvinvoinnin osalta ja energian käytön kannalta tulevaisuudessa. Fossiiliset polttoaineet, joita on tähän saakka käytetty paljon, ovat vähitellen poistumassa, jotta ilmaston lämpeneminen saadaan maailmanlaajuisesti hidastettua. Suomessa yleisimmin käytössä olevat uusiutuvan energian muodot ovat vesi- ja tuulivoima, aurinkoenergia, maa- ja ilmalämpöenergia sekä biokaasu. Aurinkosähkö on kasvava ja kehittyvä osa uusiutuvista energioista (Tilastokeskus 2021.)

Aurinkosähköjärjestelmät kehittyvät nopeasti ja mielestäni ammatillisen oppilaitoksen on oltava mukana kehityksessä ja tietoinen aurinkosähköön liittyvistä uusista markkinoilla olevista komponenteista ja laitteista. Näiden uusien komponenttien ja laitteiden ominaisuudet sekä turvallisuusnäkökohdat tulee opettaa opiskelijoille, jotta hekin ovat kehityksessä mukana ja saavat vietyä ammatillista osaamista yrityksiin.

Ammatillinen koulutus on viime vuosina ollut suurissa muutoksissa. Muutokset jatkuvat edelleen. Tutkinnon perusteiden osalta ammatillinen koulutus uudistui vuonna 2020, kun tutkinnon perusteet uudistettiin. Uudistuksessa siirryttiin lähemmäksi työelämän toimintatapoja. Opetusmenetelmiin lisättiin työelämässä tapahtuvaa oppimista koulutus- ja oppisopimuksen muodoissa. Lisäksi tutkinnon perusteisiin otettiin mukaan uusia valinnaisia tutkinnon osia, kuten esimerkiksi aurinkosähköjärjestelmäasennukset – tutkinnon osa Sähköalan perustutkintoon. Ammatillisten perustutkintojen arvioinnissa korostuu tulevaisuudessa entistä vahvemmin käytännön työn tekeminen. Arviointien aikana opiskelijan toiminnassa arvioidaan itsenäistä tekemistä ja yhteistyökykyä sekä hankittujen tietojen soveltamista ja ongelmaratkaisukykyä. (Opetushallitus 2020.)

1.1 Opinnäytetyön tavoite ja tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia Opetushallituksen, Salon seudun ammattioppilaitoksen ja työelämän näkökulmia aurinkosähköjärjestelmäasennuksien opetuksen työelämän osaamistarpeita Salon seudulla vuonna 2030. Näiden tietojen pohjalta laaditaan aurinkosähköosaajan osaamisprofiili koulutuksen kehittämistä varten.

Saatujen tietojen ja tulosten perusteella kehitetään aurinkosähköopetusta sekä oppimisympäristöjä vastaamaan työelämän osaamistarpeita Salon seudun ammattiopistossa. Opinnäytetyö palvelee Salon seudun ammattiopistoa alueellisena työelämän kehittämistyönä. Opinnäytetyö liittyy myös oppilaitoksen kestävä kehityksen ideologiaan samalla, kun panostetaan aurinkosähköopetuksen kehittämiseen. Tämä täydentää oppilaitoksen ympäristösuunnitelmaa ja toimii työvälineenä siirtymisessä hiilineutraalisuuteen.

Työ rajattiin koskemaan Salon seutua. Salon seudun koulutuskuntayhtymä toimii Salon seudun ammattiopiston ylläpitäjä organisaationa. Salon seudun ammattiopisto tarjoaa monipuolista ammatillista osaamisen kasvattamista nuorille, aikuisille, yrityksille ja työyhteisöille. Salon seudun koulutuskuntayhtymän omistaa kuusi Salon alueen kuntaa ja kaupunkia, jotka ovat Kemiönsaari, Koski TI, Paimio, Salo, Sauvo ja Somero. (Salon seudun ammattiopisto 2022.)

Tällä tutkimuksella halutaan vastata seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

Millaista työelämälähtöistä osaamista aurinkosähköjärjestelmäasennuksista tarvitaan vuonna 2030 ammatillisessa koulutuksessa?

Millainen on aurinkosähköosaajaprofiili?

Opinnäytetyön keskeisiä käsitteitä ovat aurinkosähköosaaminen, ammatillinen koulutus sekä tulevaisuuden osaajat.

Aurinkosähköosaamisella tarkoitetaan tässä laajasti sitä, miten tulevaisuudessa aurinkosähkötekniikat ja niiden asentamisen vaatimukset tulevat muuttumaan.

2 Aurinkosähkö

2.1 Aurinkosähköopetuksen nykytila

Salon seudun ammattiopistossa aloitettiin maaliskuussa 2021 aurinkosähköjärjestelmäasennukset - tutkinnon osan opinnot ja sen pohjalta nousi tarve kehittää tutkinnon osan opetusta vastaamaan työelämän osaamistarpeita.

Salon seudun ammattiopistossa on opetuskäytössä yhteensä 14 kpl aurinkopaneeleita, joista 12 kpl on maa-asennusjärjestelmän käytössä. Maahan on kierretty kahteen riviin kolme maaruuvia, joihin kiinnitetään alumiinista tehdyt jalustat. Näiden jalustojen avulla saadaan asennettua yhtenäinen kehikko, johon kiinnitetään kuusi paneelia sarjakytkentänä. Kahta paneelia hyödynnetään luokka- tai työsalin opetukseen, joissa voidaan tutustua yksittäisen paneelin ominaisuuksiin.

Maa - asennusjärjestelmä on laajempi harjoitustyö opiskelijoille. Opetuspakettiin kuuluvat myös kaksi yksivaiheista invertteriä, joista toiseen invertteriin ja paneeliin on hankittu optimisaattorit. Optimisaattoreiden tehtävänä on pitää muiden paneelien teho 100 %, vaikka yksi paneeli on esim. likainen, vaurioitunut tai varjossa.

Optimisaattoreiden avulla paneelista saadaan oma yksikkö. Näistä optimisaattoreista muodostetaan kartta sovellukseen, josta saadaan tarkasteltua laitteiston toiminta ja tuotto.

Lisäksi optimisaattori huolehtii turvallisesta jännitteestä vikatilanteessa ja myös normaalikäytön kannalta jännite pysyy turvallisella tasolla. Opetusmateriaaliin kuuluvat myös asennustarvikkeet saumapeltikatolle, tiilikuviodulle peltikatolle, turvakytkimet DC ja AC puolelle, paneelien kaapelit sekä MC-4 liittimet.

2.2 Aurinkosähkön kehitys

Aurinko on ylivoimaisesti merkittävin energiavarasto, koska auringosta maan pinnalle kohdistuva vuotuinen kokonaissäteilyenergia vastaa noin 2400-kertaisesti vuosittain käytettävää primäärienergiämäärää Suomessa. Ohjekortin esimerkkinä on myös, miten koko maailman energian tarve saadaan katettua, jos päiväntasaajalle sijoitettaisiin suuri aurinkovoimala, jonka mitat ovat 800 x 800 km niin sen tuotto riittäisi kattamaan koko maailman energiatarve. Auringosta saadaan keskimääräisesti säteilyenergiaa Suomessa leveyspiiristä riippuen 900...1100 kWh/m². Etelään päin suunnattu ja 45 asteen kaltevuuskulmaan asennettu 1 kWp aurinkovoimala, jonka edessä ei ole puita tai rakennuksia, voi tuottaa Suomessa vuoden aikana 850...950 kWh sähköenergiaa. Rakennuksissa, joissa on käytetty tai käytetään ostoenergiana fossiilisia polttoaineita, saadaan aurinkoenergian avulla pienennettyä kiinteistöjen ostoenergian tarvetta ja vähennettyä tuntuvasti kasvihuonepäästöjä. Kohteisiin, joihin on mitoitettu ja suunniteltu oikean kokoinen aurinkoenergiajärjestelmä on taloudellisesti kannattava investointi. Järjestelmän hankintaan kannustaa esimerkiksi energiaomavaraisuuden parantaminen tai halu tukea uusiutuvan energian kehitystä. Rakennuksessa tuotettu aurinkosähkö huomioidaan energiatodistuksen E-lukulaskennassa. (ST 55.32, 2019, 1.)

Tilastojen mukaan aurinkosähkön pientuotanto on kasvanut viime vuosina voimakkaasti. Kapasiteetti on kasvanut vuoden 2016 jälkeen yli kymmenkertaiseksi.

Sähköverkkoon liitetty määrä oli 2020 lopussa noin 293 megawattia aurinkosähkön tuotantokapasiteettia ja sen hetkisen tiedon perusteella kapasiteetti kasvoi vuodessa 91 megawatilla. Aurinkosähkön osuus verkkoon asennetusta sähkön tuotantokapasiteetista oli vuoden 2020 lopussa noin 1,6 prosenttia, joka on Suomen sähkön kokonaistuotannosta noin 0,4 prosenttia. Sähköverkkoon liitetty aurinkosähkötuotanto koostuu lähes kokonaan alle 1 megawatin (MW) pientuotantolaitteistoista. Eri tuotantomuotojen muutos on jakautunut tuotantomuodoittain vuosien 2019 ja 2020 lopussa. Vuoden 2020 lopun tiedot ovat alustavia ja voivat muuttua tietojen tarkastamisen yhteydessä (Taulukko 1). (Energiavirasto 2021.)

Tuotantomuoto	Nimellisteho MW 31.12.2020	Nimellisteho MW 31.12.2019	Muutos %
Aurinko	288	197	+ 46 %
Tuuli	12	14	- 18 %
Bio	12	13	- 11 %
Vesi	28	29	- 5 %
Diesel	22	23	- 1 %
Muut	1	2	- 42 %
Yhteensä	363	278	+ 30 %

Taulukko 1. sähköverkkoon liitetty sähkön pientuotanto (alle 1 MW yksiköt)
(Energiavirasto 2021)

Pientaloissa ja erityisesti vapaa-ajan asunnoissa on yli 50 000 sähköverkkoon kytkemätöntä aurinkosähkökapasiteettia arviolta runsaat 20 MW. Kokonaisuudessaan Suomessa on sähköverkkoon liitettyä sähköntuotantokapasiteettia yli 17 800 MW. Energiavirasto kerää tietoa vuosittain Suomessa sähköverkkoon liitettyjä alle 1 MW pientuotantokapasiteettia koskevat tiedot sähkön jakeluverkkoyhtiöiltä. (Energiavirasto 2021.)

Tuotantokapasiteetti jaotellaan tuotantomuodoittain (aurinko, tuuli, bio, vesi, diesel ja muut). Luonnonvarakeskus ja Tilastokeskus ylläpitävät tietoa pientalojen lämmitysenergiaa käsittelevästä aineistosta ja muista pientuotannon kapasiteettitietoista, johon arvio sähköverkkoon kytkemättömästä aurinkosähkökapasiteetista perustuu. (Energiavirasto 2021.)

2.3 Aurinkosähköjärjestelmät

Aurinkosähköjärjestelmien kokoonpanoissa on hyvin paljon erilaisia toteutustapoja. Suurin ero löytyy verkkoon kytketyn ja verkosta irti olevan järjestelmien välillä. On-grid-järjestelmän verkkoon liittämistä seuraavat vaatimukset vaikuttavat laitevalintoihin ja – toimintoihin. Usein laitteet ovat eri kokoonpanoissa hyvin samanlaisia, mutta laitteita ei silti pysty keskenään vaihtamaan ja asentamaan. Off-grid-järjestelmään tarvittava akusto, johon energiaa varastoidaan, muuttaa olennaisesti järjestelmää. Kahden samankaltaisen järjestelmän osat ovat harvoin yhteensopivia keskenään komponenttien tyyppiominaisuuksien ja mitoitusien erojen takia. (ST- käsikirja 40, 2021, 49.)

Sähköverkkoon liitetty On-grid-järjestelmä kytketään rakennuksessa olevaan keskuksen yhteen vaiheeseen tai kaikkiin kolmeen vaiheeseen, josta aurinkosähköjärjestelmä syöttää siihen liitettyä laitteistoa. Käyttämättä jäänyt aurinkosähkö siirtyy jakeluverkkoon keskuksen kautta, joka toimii energiavarastona. Yleiseen jakeluverkkoon liitetyn aurinkosähköjärjestelmän, eli on-grid-järjestelmän, pääkomponentteja ovat muun muassa aurinkopaneelit, telineet, invertteri eli verkkoon syöttävä vaihtosuuntaaja ja turvakytkimet tasa- ja vaihtosähköpuolella. (Motiva 2022.)

Aurinkopaneelit tuottavat tasasähköä, joka muutetaan invertterillä vaihtosähköksi, joka vastaa laadultaan jakeluverkon standardeja. Verkkoon syöttäviä vaihtosuuntaajia on 1-vaiheisia alle 3 kW:n tehoisia, joita käytetään pienkoh-teissa.

3-vaiheisia yli 3 kW:n tehoisia käytetään suuremmissa kohteissa. Määräysten mukaan yleiseen verkkoon syöttävän järjestelmän pitää lopettaa sähkön syöttäminen, jos sähköverkko katoaa tai järjestelmän toiminnassa esiintyy häiriötä. (ST- käsikirja 40, 2021, 49–50.)

Verkkoon liitetyssä inverterissä täytyy varmistaa sähkönlaatu, koska jakeluverkkoon liitetyt muut laitteistot eivät häiriinny. Laitteen tulee täyttää verkkoyhtiön julkaisemat vaatimukset sekä tiedon verkkoonliityntälaitteelle sovellettavista standardeista. Käyttäjät ja asentajat eivät tarvitse muuttaa invertterin suojausasetteluja. Yleensä laitteiden toimittajat ovat mitoittaneet ja varustaneet tuotepaketit valmiiksi. Asentajan tehtäväksi jää asettaa verkkoon liitäntästandardi, joka määrittelee suojausasetukset. Valmiiksi tehdyssä laitepaketissa asentajan ei voi puuttua asetuksiin ilman laitevalmistajan lupaa. Jos asetuksia muutetaan, silloin pitää varmistaa paikallisen verkkoyhtiön kanssa asetusten oikeellisuus ja soveltuvuus Suomen standardeihin mikrotuotannon yleistietolomakkeella. (ST- käsikirja 40, 2021, 60–61.)

Sähköverkosta irti oleva Off-grid-järjestelmä on tunnetuin mökkijärjestelmänä, mutta kutsutaan myös saarekejärjestelmänä, joka toimii omana verkkonaan eli saarekkeena ja energiavarastona toimii esim. akustot. Vastaavalla tavalla toteutettuja järjestelmiä on yleisesti veneissä sekä matkailuautoissa. Mökkijärjestelmän pääkomponentteja ovat yleisesti aurinkopaneelit ja niiden johtimet, tasasähköjärjestelmä 12, 24 tai 48 VDC- jakelujärjestelmä, aurinkopaneelisäädin MPPT tai PWM, akustot ja akkusulakkeet sekä usein myös 230 VAC -vaihtosuuntaaja. Vaihtosuuntaajan ollessa järjestelmässä mukana, siihen kuuluu 230 VAC -jakelu, vikasuojaus ja johdotus, jos vaihtosuuntaajassa ei ole omia pistorasioita niin silloin järjestelmä tarvitsee maadoitusjärjestelmän. Sähköverkosta irti oleva järjestelmässä aurinkopaneelit tuottavat sähköä samalla tavalla, kuin verkkoon liitetyssä järjestelmässä. Tuotettua sähköä voidaan käyttää samanaikaisesti tai varastoidaan myöhempää käyttöä varten akustoon, jos kuormituksia ei ole. (ST- käsikirja 40, 2021, 50–51.)

Mökkijärjestelmän invertterin ominaisuudet ovat monipuolisemmat kuin verkkoon kytketyissä järjestelmissä. Isommissa järjestelmissä saattaa olla peruskomponenttien lisäksi akustoon ja piengeneraattoriin esim. aggregaattiin tai tuulimyllyyn liittyviä komponentteja. Asennuksen jälkeen saatetaan tehdä muutoksia laitteen asetuksiin, jos varaajavaihtosuuntaajan toiminta sitä vaatii. Varaajavaihtosuuntaajan ominaisuuksia on tarkkailla jännitettä, joka saadaan aggregaatista. Jännitteen laadun vaihdellessa epätasaisesti, ohjelmoidaan varaajavaihtosuuntaaja hyväksymään vähemmän laadukasta sähköä aggregaatilta. Tehdessä perusasennusta perusvaihtosuuntaajalla, asetuksia ei välttämättä voi vaihtaa. Muutoksien tekeminen ilman valmistajan tai toimittajan ohjeiden mukaan voi aiheuttaa takuun loppumisen. (ST- käsikirja 40, 2021, 61–62.)

2.4 Uuden sukupolven paneelit

Juvalla toimiva Valoe yritys valmistaa uuteen sukupolveen kuuluvia taipuisia aurinkopaneeleita. Yrityksen lähtökohtana on hyödyntää puhdasta ja turvallista aurinkoenergiaa monipuolisesti. Sähköä pystytään silloin tuottamaan erilaisilla pinnoilla, jotka ympäröivät ihmisiä. Esim. kattopelteihin integroituna, tapeteissa, ikkunoissa, rakennuksen ulkoverhoilussa, jolloin niitä ei edes huomata aurinkopaneeleiksi. Paneeli valmistetaan siten, että paperinkevyitä aurinkokennoja kiinnitetään ohueen muovikomposiittilevyyn. Yrityksen itse kehittämät IBC-aurinkokennot valmistetaan Liettuassa. Juvalla valmistetaan perinteisemmät aurinkopaneelit sekä uusimpaan teknologiaan perustuvia, taipuvia ja muotoutuvia Odd-Form-paneeleita. (Newspool 2022.) Lasipostin (2022) artikkelin mukaan nykytekniikan avulla saadaan rakennuksen julkisivuihin, terassinkaiteisiin tai erilaisiin katoksiin kiinnitettyä tavallisten paneelien lisäksi myös aurinkokennolasilla varustetut lasi/lasipaneelit. Aurinkokennolasin avulla pienennetään kiinteistön sähkökustannuksia sekä hiilijalanjälkeä ja nostetaan kiinteistön arvoa. Aurinkokennolasissa energiaa keräävät komponentit ovat integroitu lasirakenteeseen. Turvalliseksi lasin tekee CE hyväksyntä ja valmistus EN standardien mukaisesti lisäksi lasit ovat karkaistut ja laminoidut.

Paneeli on mahdollista valmistaa eri muotoiseksi, eri väreillä ja kuvioilla. Aurinkokennolaseja on ollut käytössä jo vuodesta 2004 asennettuina parvekkeista katoksiin, toimistoihin ja julkisista rakennuksista autokatoksiin. Laseissa on aurinkoenergiaa keräävä kennokerros. Valoa osittain läpäisevä kalvo laminoidaan kahden lasilevyn väliin. Asennuksessa aurinkokennolasi toimii samalla tavalla, kuin muutkin rakennuskäyttöön tarkoitetut lasit, kun ottaa huomioon alumiinikehyksissä kulkevat kaapelit. Aurinkopaneelin käyttötarkoitus on saada sähkön tuotanto, mutta aurinkokennolasilla vaikutetaan lasin läpinäkyvyyteen ja visuaalisuuteen. Odd-Form-teknologia mahdollistaa eri muotoisten ja taipuvien paneelien liittämisen huomaamattomaksi osaksi ajoneuvojen ja rakennuksien rakenteisiin. Yritys kehittää myös aurinkopaneeleita itselataavaan autoon, yhdessä saksalaisen Sono Motors GmbH:n kanssa. Ohuesta mustasta muovilevystä on tehty helposti taipuva aurinkopaneeli, joka on sijoitettu auton oveen. Itselataava auto saa silloin osan ajoenergiastaan suoraan auringosta, koska auton kori on peitetty saumattomasti koriin istuvilla aurinkopaneeleilla. Esimerkiksi henkilöauton katolle asennetulla aurinkopaneelilla pystytään tuottamaan energiaa sen verran, jolla vähennetään polttoaineen kulutusta noin litran sadalla kilometrillä. tästä hyötyy myös ilmasto, koska saadaan aikaan merkittävä energiainsäästö. (Newspool 2022.)

Valoen toimitusjohtajan likka Savisal on mukaan yrityksen tavanomaiset aurinkopaneelit ovat ulkonäöltään perinteisten paneelien näköisiä. Perinteisissä paneeleissa sähkö kulkee kennon pintoihin juotettujen sähköjohtimien kautta, uudessa teknologiassa hyödynnetään taustajohdinteknologiaa. Auringonsäteilystä saatu energia johdetaan kennon takapuolelta paneelin kokoiseen sähköä johtavaan joustavaan piirikorttiin, joka sijaitsee taustalevyssä. Paneelin etupuoli jää kokonaan sähköntuotantoon. Taustajohdinteknologian avulla on mahdollista rakentaa tehokkaampia, kestävämpiä ja eri tarkoituksiin sopivia aurinkopaneeleita. Paneeleita voidaan muotoilla ja ne kestävät paremmin iskuja ja vahinkoja. Silti paneelin teho ei kokonaan katoa. Taustajohdinteknologiaa käytetään yrityksen valmistamassa Odd-Form-aurinkopaneelissa. (Newspool 2022.)

Tuukka Savisalonen mukaan Odd-Form termi tarkoittaa erilaisista materiaaleista valmistettuja aurinkopaneeleita, jotka voidaan muokata ympäristöön tai käyttötarkoitukseen sopiviksi. Tämä mahdollistaa aivan uudenlaisen tavan hyödyntää aurinkosähköä. Uuden teknologian ansiosta aurinkosähköä voidaan tuottaa hajautetusti lähellä käyttäjää, mikä on ekologisempi tuotantotapa. Kankkusen mukaan yritys kehittää kevyitä, alle viiden kilon painoisia aurinkopaneeleita, jotka voidaan asentaa rakennusten julkisivuihin ja saadaan tuottamaan sähköä. Aurinkopaneelin pintaa voi muokata eri väreillä tai kuvioilla, jotka ovat tuotettu eri teknologioilla. Aurinkosähköteknologiaa kehitetään kovaa vauhtia eri puolilla maailmaa. Liikevaihto alalla on jo yli 100 miljardia ja kasvaa 20 prosenttia vuodessa. Kiinalla on alalla iso etumatka, jota Euroopassa olevat toimijat haluavat ottaa etumatkaa kiinni. EU on panostamassa miljardeilla aurinkosähkön kehittämiseen. (Newspool 2022.)

Optimoidussa verkkoon kytkettävässä aurinkosähköjärjestelmässä ei ole erillistä invertteriä vain Half-Cut Bi-Facial AC 380W kaksipuoleinen lasi/lasi-paneeli. Paneeli tuottaa suoraan vaihtovirtaa ja kytketään suoraan sähköverkkoon. Kaksipuoleinen paneeli hyödyntää paneelin takaa tulevat auringonsäteilyt, jolloin tuotto kasvaa 20 % enemmän. Paneelin voi asentaa rakennuksen eri osiin. Fixsun AC-paneelissa käytetään mikroinvertteritekniikkaa, jolla pystytään valvomaan ja irrottamaan yksittäistä paneelia järjestelmästä. Yhdessä paneelissa oleva vika ei vaikuta muiden paneelien toimintaan ja virran katkaisun jälkeen paneelissa vaikuttaa 50 voltin jännite. Riski paneelin syttymiseen tuleen on pienen jännitteen vuoksi pieni. Paneelin ja ohjauspaneelin välillä oleva kaapelointi varustetaan turvakytkimellä tai sovelluksella, jolla valvotaan järjestelmän toimintaa. Näillä keinoilla voidaan katkaista syöttö vikatilanteessa. Lisäksi järjestelmä on helppo laajentaa jälkepäin ja Invertterit ei ole rajoittamassa asennettavien paneelien määrää. (Fixsun 2021.)

2.5 Älykäs aurinkosähköjärjestelmä

Älykkään aurinkosähkön toiminta perustuu siihen, että paneeleissa on moduuli, joka optimoi paneelin tuottoa säteilyn voimakkuuden mukaan. Aurinkovoimalan laskennallinen käyttöikä on tyypillisesti yli 30 vuotta, joten tällä hetkellä rakennetut ja rakenteilla olevat aurinkovoimalat ovat elinkaaren lopussa noin 2050. Minäkäläinen maailma on silloin, sitä ei tiedetä varmasti, mutta visioita on olemassa. Ilmastonmuutos, digitalisaatio ja keskitetyn sähköntuoton muutos hajautettuun sähköntuottoon vaikuttavat kulutukseemme ja kuinka tuotamme sähköä tulevaisuudessa. Lisäämällä aurinkosähköjärjestelmään älykyyttä ja liittämällä laitteet verkkoon, voitaisiin aurinkoenergiaa tuottaa jopa neljännes Euroopassa kulutetusta sähköstä. (Solnet 2021.)

Älykkään sähköverkon ominaisuudet koostuvat joustavuudesta, mukautumisesta muuttuviin kulutuksiin sekä energiatehokkuuteen. Älykäs sähköverkko toimii kaksisuuntaisesti, jonka vuoksi energia pystyy kulkemaan tuotannon kysynnän mukaan molempiin suuntiin. Aurinkopaneelien tuotto ajoittuu päiväaikaan, jolloin kulutus ja sähkön hinta ovat korkeimmillaan. Valoisina aikoina aurinkosähköjärjestelmät, jotka ovat kytketty verkkoon pystyvät toimimaan sähkön kulutushuippujen tasaajina kiinteistössä olevilla akustoilla tai sähkövarastoilla. Aurinkosähkön varastointi akustoihin tai sähkövarastoihin verkkoon kytketyissä kohteissa on lisääntymässä. Sähköautojen akustoja hyödynnetään kulutuksen ylittävän tuotannon varastoimiseen ja verkon kuormituksen tasaamiseen. (Motiva 2021.)

Nykyaikaiset älykkäät aurinkosähköjärjestelmät välittävät käyttäjälle reaaliaikaista tietoa aurinkovoimalasta. Älykkään aurinkosähkön avulla voidaan parantaa kiinteistön turvallisuutta, lisäämällä paneeliketjuun optimisaattorit, joilla valvotaan paneelien tilaa. Koko paneeliketjun jännite putoaa turvalliselle tasolle eikä aiheuta sähköiskua esim. tulipalon aikana pelastuslaitokselle.

Aurinkovoimalat liitetään tulevaisuudessa yhä enemmän sähkövarastoihin, virtuaaliakkuihin ja sähköverkkopalveluihin, näin toimimalla pystytään hyödyntämään taajuuden säätöä ja kysyntäjoustoa. Tulevaisuuteen varautuminen on sijoittaa älykkääseen aurinkosähköön, jossa hyödynnetään data- ja esineiden internetin- ratkaisuja. (Solnet 2021.)

Esineiden internet - termi tarkoittaa erilaisten esineiden liittämistä internetiin. Lähtökohtaisesti kaikki esineet voidaan kytkeä verkkoon esim. autot, kodinkoneet sekä erilaiset anturit. Verkossa laitteet jakavat sekä vastaanottavat tietoa toisilta laitteilta. Anturit keräävät tietoa fyysisestä ympäristöstä ja saadun tiedon perusteella toimivat itsenäisesti tai osana järjestelmää. Osa laitteista toimivat kaksisuuntaisesti lähettämällä ja vastaanottamalla tietoa, tieto käsitellään ja tiedon avulla ohjataan laitteen toimintaa. IoT on lyhenne englanninkielisistä sanoista Internet of Things. IoT-järjestelmä käyttää joko langatonta tai kiinteää verkkoa sekä laitteistoista. Langattomat verkot ovat kehittyneet paljon ja monilla paikkakunnilla on mahdollista käyttää 5G-yhteyttä. 5G on suunniteltu käytettäväksi esineiden internetin yhteyksissä, jolloin saadaan käytettyä korkeampaa kapasiteettia ja lyhyempiä viiveitä tiedon siirrossa. 3G- ja 4G-verkkoja voidaan käyttää myös kuuluvuusalueeltaan laajemman kattavuuden vuoksi. Lisäksi älykkäiden laitteiden ja tekoälyn avulla automatisoidaan työvaiheita kokonaan tai osittain. IoT-järjestelmä esim. suorittaa laitteen tai järjestelmän valvonnan ja lähettää automaattisesti hälytyksiä tietyissä tilanteissa (Empirica 2021.)

Vuonna 2025 on ennustettu, että 75 miljardia laitetta ovat yhdistetty toisiinsa, jonka vuoksi tietoturva nousee tärkeäksi osaksi kokonaisuutta. Kuluttajan pitää huomioida, että esineiden internetin käytössä esiintyy riskejä tietoturvassa. Älytalossa yhteyden muodostus tapahtuu matkapuhelinverkkojen, WiFin tai Ethernetin välityksellä. Kodin lämmitys, valaistus, lukitukset ovat yhdistetty reitittimeen, joka kerää tiedon ja jakaa sitä palvelimille. Näin kotia voi ohjata esim. älypuhelimessa olevan sovelluksen avulla. IoT-järjestelmään liittyy tietoturvariskejä, laitteiden vaikean suojauksen vuoksi ja koska käyttäjät eivät vaihda oletustunnuksia ja salasanoja. (Matthews 2021.)

Lisäksi laitteita pystyy etsimään netistä ja ulkopuolinen pystyy kirjautumaan laitteeseen ja asentaa mahdollisesti haittaohjelman. Suurissa infrastruktuureissa vaikutukset voivat olla laajoja ja aiheuttaa laajoja sähkökatkoksia kaupunkeihin. (Matthews 2021.)

Sähköenergian varastoinnin muotoihin on kiinnitettävä yhä enemmän huomioita. Energiavarastot vaativat lisää älyä sähköjärjestelmään. Energiavarastojen avulla tasataan tuotannon ja kulutuksen piikkejä. Omakotitaloissa sekä vapaa-ajanasunnoilla aurinkosähköjärjestelmään lisätyllä pienelläkin akkuvarastolla saadaan lisättyä huomattavasti oman kulutuksen osuutta aurinkosähkötuotannosta. Pientalossa tai toimistorakennuksessa latauksessa oleva sähköauto akkuineen on hyvä esimerkki suorasta kuormasta aurinkosähkölle, jolloin vähennetään sähkön siirtotarvetta. Akkuteknologian suotuinen kustannuskehitys, antaa uusia mahdollisuuksia vastata uusiutuvan energian sähköverkolle aiheuttamiin haasteisiin. (Leppänen. 2018.)

Sähköjärjestelmän tuotannon ja kulutuksen on pysyttävä tasapainossa myös siirryttäessä uusiutuviin energiamuotoihin, jolloin tarvitaan joustoa. Sähkövarastoilla pystytään kattamaan lyhytaikaisesti tuotannon vajetta ja varastojen avulla säätäminen onnistuu nopeasti. Brinkin (2021) artikkelissa Reilander toteaa että, sähkövarastoilla voi olla monia käyttötarkoituksia merkittävässä rooleissa, kuten toimia sähköjärjestelmän reserveinä, koska akkujen säätönopeus on parempi verrattuna perinteisiin voimalaitoksiin. Esimerkiksi tuulivoimayhtiöt myyvät asiakkaille sähköä ja jos tuotannossa on vajetta, vaje pystytään tasamaan ottamalla varastoitua sähköä akusta. Lisäksi verkkovian sattuessa tuulipuiston sähkönsaanti varmistetaan akulla sekä akuilla kompensoidaan loissähköä liityntäverkoissa. Sähköjärjestelmän toimintaa tuetaan eri kokoluokkien akkujen avulla. Suomessa on noin 50 megawattia sähkövarastokapasiteettia Neoenin sähkövarastossa ja Yllickälässä 30 MW sekä sähkövarasto tuulipuiston yhteydessä lin Viinamäellä 6 MW. (Brink 2021.)

Lisäksi tulossa on mm. Olkiluotoon 90 MW:n akkuenergiavarasto, josta tulee Euroopan suurimpia varastoja sekä Sinebrychoff ja Siemensin 20 MW:n sähkövarasto rakentuu Sinebrychoffin tehdasrakennuksen yhteyteen Keravalle. Elenia on rakentamassa lähivuosina kymmeniä 0,6 MW:n sähkövarastoja haja-asutusalueille, joiden avulla tuetaan jakeluverkon varmuutta vika-tilanteissa sekä Pohjolan Voima on suunnittelemassa 35 MW:n akkuratkaisua. (Brink 2021.)

Sähkövarastoa hyödynnetään parhaiten silloin, kun sähköntuotanto ja -kulutus sijoittuvat eri aikaan, silloin varastoitu sähkö käytetään hyödyksi myöhemmin. Sähkövarastot mahdollistavat joustavamman ostosähkön käyttöä siten, että verkosta otetaan sähköä, kun se on markkinoilla halvempaa. (Energia-yhteisön käsikirja, liite 1, 30.) Älykkään ja joustavan sähköverkon osa on virtuaaliakku. Tämä mahdollistaa käyttäjälle isomman määrän uusiutuvaa energiaa silloin, kun laitteet eivät ole käytössä. Virtuaaliakku käyttää asukkaan aurinkosähkö kapasiteettiä tasapainoitamaan energia järjestelmää. Virtuaaliakussa oleva älykkyys, reaaliaikainen mittaus ja koneoppiva ohjaus, mahdollistavat älykkään kysyntä-jouston asiakkaalle. (Fortum 2021.)

Virtuaaliakun hankkimiseen kuluttaja tarvitsee aurinkosähköjärjestelmän lisäksi sähköliittymän verkkoyhtiön kanssa. Virtuaaliakku toimii kuin tili, johon varastoidun sähkön arvo muodostuu sen hetkisestä sähkön hinnasta kilowattituntia kohden. Asiakkaan käyttäessä varastoitua aurinkosähköä virtuaaliakusta, yhtiö vähentää sähkölaskulta sen hetkisen sähkön hinnan, jokaisesta virtuaaliakulta käyttöön otetulta kilowattitunnilta. Helen verkkoyhtiön sivulla olevan artikkelin mukaan sähköauton latauspisteessä olevalla kaksisuuntaisella konvertterilla saadaan muunnettua vaihtovirtaa tasavirraksi ja päinvastoin. Latauslaitteiden hintojen laskettua on odotettavissa, että kaksisuuntainen latauslaite vähitellen syrjäyttää perinteisen yksisuuntaisen latauslaitteen. Toistaiseksi suurin ongelma, joka vaikuttaa kaksisuuntaisen latauksen yleistymiselle on markkinoilla olevien automallien rajoituksissa. (Helen 2021.)

Juha Karppinen Helen Oy:stä kertoo teknologiateollisuuden artikkelissa että, autoista verkkoon päin lataaminen eli V2G, joka on lyhenne sanoista vehicle to grid on varmasti tulossa myös eurooppalaisten autonvalmistajien suunnitelmiin tulevaisuudessa. Lisäksi Karppinen toteaa että, Suomessa hallituksen tavoitteena on 250 000 ladattavaa autoa vuoteen 2030 mennessä. Näillä määrillä saadaan noin gigawatin verran säätötehoa, jos kaikki pystyisivät lataamaan myös verkkoon päin (Karppinen 2018.)

Moottori lehden verkkosivulla on artikkeli Audin ja yhteistyökumppanin Hager Groupin tekemästä tutkimuksesta, jonka tavoitteena on saada sähköauto osaksi sähköverkkoa kaksisuuntaisen latauksen avulla. Kaksisuuntaisessa latauksessa kaapelin molemmissa päissä sijaitsevat energianlähteet tai varastot, jotka voivat luovuttaa ja vastaanottaa sähköenergiaa. Dehm kertoo artikkelissa että, sähköautojen akustoja voidaan hyödyntää tuoton ja kulutuksen tasaamisessa pientaloissa aurinkosähköjärjestelmän kanssa. Energiavarastona olisi sähköauton akku. Audin toteuttamassa tutkimus kaksisuuntaisesta lataamisesta keskittyy kotitalouksien aurinkoenergian hyödyntämiseen, joka toteutuu siten että, sähköauton akustoa käytetään energianlähteenä päivisin ja yö sähköä hyödynnetään akkujen täyteen latauksessa (Dehm 2020.)

2.6 Järjestelmän asennus

Aurinkosähköjärjestelmän asennus voidaan ajatella jaettavan neljään eri osaluokeseen, jotka koostuvat esimerkiksi seuraavista neljästä kokonaisuudesta: (Työkohtainen toteutussuunnitelma, Työturvallisuus, Aurinkosähköasennukset sekä Dokumentointi)

Työkohtaisessa suunnitelmassa tehdään esivalmistelut, perehdytään asennuksiin liittyviin dokumentteihin, ohjeisiin ja suunnitelmiin. Lisäksi tulee ottaa huomioon säädökset, standardit, valmistajan ohjeet sekä asiakasympäristön vaatimukset. Näitä ovat maankäyttö- ja rakennuslaki, sähkömarkkinalaki ja valtioneuvoston asetus sähkömarkkinoista, rakennusmääräykset sekä sähköturvallisuuslaki. SFS-EN 50438 ja SFS 600 standardeilla asetetaan vaatimuksia mikrogeneraattoreille ja pienjännitesähköasennuksille. Nämä ovat ohjauskeinoja, joilla säädellään aurinkosähköjärjestelmien rakentamista, liittämistä verkkoon sekä varmistetaan, että asennuksesta ja käytöstä tulee turvallista. (Motiva 2021.)

Aurinkosähköjärjestelmälle on olemassa tiettyjä yksityiskohtaisia vaatimuksia. Vaatimukset koskevat aurinkosähkögeneraattoreita, joita ei ole liitetty yleiseen sähkönjakeluverkkoon tai syöttävät rakennuksen sähkölaitteita yleiseen sähkönjakeluverkkoon rinnakkain. Aurinkosähkögeneraattorit, jotka syöttävät vaihtoehdoisesti sähkölaitteita jakeluverkon kanssa yhdistelemällä yllä mainittuja tapoja. Lisäksi standardin kohdassa SFS 6000-7-712 käsitellään sähköverkkoon kytkettyjen valosähköisten järjestelmien käyttöönottoa ja dokumentointia standardissa SFS-EN 62446. (D1-käsikirja rakennusten sähköasennuksista, 2017, 712.)

Sähkö- ja työturvallisuudessa perehdytään asennuksiin- ja asennusympäristöön liittyviin riskeihin, kuten katolla työskentelyyn. Työntekijä varmistaa oman turvallisuuden lisäksi ympäristön vahingoittumattomuuden ennen töiden aloittamista. Lisäksi varmistetaan myös, että työntekijä on ymmärtänyt asennuksien tekemisen turvallisesti ja työlle asetettujen vaatimusten mukaisesti. Hyvin tehdyn suunnitelman avulla varmistetaan laadukkaasti ja turvallisesti tehty asennus. Työntekijälle järjestetään katolla työskentelyyn asennussuunnitelma, oikeanlaiset valjaat, joissa on putoamissuojaus ja valjaiden tarkastus on tehty ajallaan. Aurinkosähköjärjestelmien laitteet ja komponentit asennetaan niiden dokumenttien, ohjeiden ja suunnitelmien perusteella, noudattaen sähkö-, työ- ja kattoturvallisuusmääräyksiä. (ST-käsikirja 40, 2021, 148–151.)

Aurinkopaneelien telineet kiinnitetään oikeaoppisesti ottamalla huomioon koh- teessa oleva katto ja sääolosuhteet. Katemateriaalin ja paneelien väliin jätetään riittävä välimatka sekä tiivistetään tehdyt läpiviennit ja katemateriaalin tehdyt reiät. Näin estetään vesivuodon riskit kattorakenteisiin sekä talon yläpohjaan. Johtotiet suunnitellaan siten, että läpivientejä katemateriaalin ei tarvitsisi tehdä. Suunnitteluvaiheessa pitää varmistaa katon kunto sekä paneelien aiheuttama lisäpaino katolle. On tärkeää myös ottaa huomioon, etteivät paneelit vikatilan- teessa edistä palon leviämistä katemateriaaliin. (ST-käsikirja 40, 2021, 148– 151.)

Maateline asennuksissa tutkitaan maaperän koostumus, jotta asennuspaikka soveltuu käytettäväksi. Maa-aineksen keveys voi aiheuttaa painavien maateli- neiden liikkumisen tuulen voimasta sekä routa pystyy liikuttamaan telineitä vääntäen paneelit rikki. Maatelineet asennetaan kiertämällä maaruuvit maahan tai käyttämällä painavia betonipalkkeja, joiden päälle lähdetään asentamaan pa- neelikehikon jalustoja. (ST-käsikirja 40, 2021, 148–151.)

Invertteri - nimitys on yleistynyt keskuslaitteille, johon aurinkopaneelit liitetään DC-kaapeleilla sekä keskitetään järjestelmän tärkeimmät toiminnot. Invertterillä voidaan tarkoittaa verkkoonliityntälaitetta, vaihtosuuntaajaa, varaajavaihtosuun- taajaa tai akkusäädintä riippuen järjestelmän kokoonpanosta. Invertteri muuntaa paneelilta tulevan tasasähkön vaihtosähköksi. (ST käsikirja 40, 2021, 57,60.)

Järjestelmän kokoonpano voi muodostua erilaisista paneelipiirien ja akuston la- tauksen säätimistä. 230 VAC -vaihtosuuntaajassa sähkönjakeluun liittyvistä läh- döistä ja suojauksista, suojalaitteista henkilösuojausten ja sähkön laadun kan- nalta sekä eri piirien kytkimistä- ja erotuslaitteista. Ennen invertterin hankintaa ja valintaa tulee perehtyä ominaisuuksiin. Nämä ominaisuudet vaikuttavat jär- jestelmän toimintaan ja asennukseen. (ST käsikirja 40, 2021, 57,60.)

Kotelointiluokka ja käyttölämpötila-alue määrittävät asennustavan joko sisä- tai ulkotiloihin. Vastaavatko paneelin mukana tulevat kytkentäliittimet invertterin liittimiä sekä ovatko kaapelin poikkipinta-alat oikeat. Käyttöpaneeli helpottaa tuoton määrää ja hetkellisiä tehoja. Inverttereistä löytyy myös liitäntämahdollisuudet tuottojen seurantaan joko valmistajien tai vapaasti saatavilla mobiili- ja www-sovelluksilla. Invertterillä voidaan myös ohjata relekosketinohjauksen avulla mökkijärjestelmän aggregaatti käynnistymään lisätehon takaamiseksi, kun akkujen varaus pienenee eikä akuista riitä tehoa suurelle kuormalle (ST käsikirja 40, 2021, 57,60.)

Kaapelointi on kiinnitettävä huolellisesti, koska kaapelit ovat ohuita ja usein sijoitetaan siten, että ne ovat alttiita vahingoittumiselle. Kun kaapeleille on tehty selkeät, asennuspinnasta irti nostetut ja suojatut johtotiet paneeleilta inverttereille, saadaan kaapelit pysymään vahingoittumattomina. Läpiviennin jälkeen kaapelit joudutaan esim. välikatossa kuljetettaessa kiinnittämään palavalle alustalle, silloin käytetään esim. alumiiniputkia. Virtajohtimet paneeleilta sekä telien potentiaalintausjohtimet kuljetetaan samassa johtotietä pitkin, jotta ei muodostettaisi kaapeleilla induktiosilmukkaa, joihin ilmastolliset ylijännitteet voisivat indusoida. (ST-käsikirja 40, 2021, 152.)

Invertterien tiedonsiirtokaapelit erotetaan toisistaan sekä sähkökaapeleista johdoreiteillä SFS 6000 mukaisesti sijoittamalla kaapelit esim. kaapelihyllyn eri laidoille tai käyttämällä omia johtoteitä. Kaapelit merkitään liitoskohdissa, siten, että ne ovat tunnistetavissa ja kestävät sääolosuhteet. Kaapeloinnissa tulee huomioida myös se, että tasasähkön puolella paneeliketjun jännite on yleensä 120 voltia. Siinä tapauksessa tulee noudattaa jännitetyömääräyksiä, jos käsitellään ilman kosketussuojaa olevia johtimen päitä. Esim. kytkettäessä johtimen päät riviliittimiin. Liittimien valintaan vaikuttavat standardit SFS-EN 50521 tai SFS-EN 62852. Paneelia hankittaessa on selvitettävä, minkä valmistajan liittimien kanssa on ilmoitettu yhteensopivuus. Yleistermi MC-4-liitin on vakiintunut alalle, vaikka eri valmistajat ilmoittavat liittimien olevan MC-4 niin yhteensopivuus ei ole varmaa. Liitokset tulee tehdä laitevalmistajan hyväksymillä työkaluilla ja liitoksen teko edellyttää harjoittelua, että liitoksista saadaan luotettavat.

Liitoksia ei saa tehdä muilla työkaluilla. Ulkotiloissa käytetään liitoksen suojaamiseen liimapintaista kutistesukkaa tai rasioita. Vulkanoituvaa teippiä voidaan myös käyttää. (ST-käsikirja 40, 2021, 152).

Aurinkosähköjärjestelmään koskevat samat sähkölaitteen käyttöönottoa koskevat SFS 6000-6 ja SFS 6000-7-712- standardin määräykset kuin muihinkin sähköjärjestelmiin. Järjestelmästä pitää tarkastaa paneelistopiirin toiminta, johon on laadittu ST-pöytäkirja 55.36 sekä vaihtosähköpiirille ryhmäjohtotasolle ST-pöytäkirja 51.21.06 tai laajempaa kokonaisuutta varten 51.21.05. (ST-käsikirja 40, 2021, 155).

Tasasähkön puolelta tarkastetaan tasasähköjärjestelmien aistinvarainen tarkastus, suojaus ylijännitteiltä ja sähköiskulta ja vaihtosähköjärjestelmän merkinnät ja laitteiden tunnistaminen. Käyttöönottotarkastusten testauksiin sisältyvät suojaadoitusjohtimien ja potentiaalintasaus johtimien jatkuvuuden testaus ja napaisuuden testaus. Paneeliketjun avoimelle piirille tehdään jännitetesti ja mitataan paneeliketjun virta. Tehdään laitteille toiminnalliset testit ja tasasähköpiirin eristysresistanssin testaus. Paneelit tuottavat tasasähköpiiriin jännitettä päivällä, eikä niitä saada jännitteettömäksi mittauksien aikana. Tässä tilanteessa on suuri sähköiskunvaara, joka on ehdottomasti tiedostettava ja ymmärrettävä, miten kokonaisuus toimii. On-grid järjestelmissä laki ja SFS 6000- standardi velvoittavat käyttöpiirustusten yläpitoon. Järjestelmästä tulee olla käytettävissä käyttöönottopöytäkirja, johdotuskaavio, hätäpysäytyksen ohjeet sekä käyttöohjeet. (D1-käsikirja rakennusten sähköasennuksista, 2017. 390–392.) Off-grid järjestelmässä ovat vastaavat dokumentit myös käytössä. Käyttöönottotarkastuspöytäkirjat on järjestelmästä tehtävä. (ST-käsikirja 40, 2021, 155–158).

3 Ammatillisen koulutuksen toimintaympäristö

Ammatillisen koulutuksen uudistus tähtää yhä tiiviimpään yhteistyöhön oppilaitoksia ja työelämää. Uudistusta on rakennettu jo useampi vuosi. Uudistuksen myötä oppilaitokset ja työelämä tekevät entistä tiiviimpää yhteistyötä ja työelämä on siten tiiviisti mukana kehittämässä ammatillista koulutusta. Uudistuksen myötä useat yrittäjät ovatkin mielestäni lähteneet mielellään mukaan oppilaitoksen toimintaan kehittämään opetusta. Ammatillisen koulutuksen kehittämällä pyritään myös siihen, että työelämään siirtyminen nopeutuisi.

Suomi on tiiviisti mukana maailmanlaajuisen toimintaympäristön muutoksissa. Jotta tulevaisuuden rakentaminen onnistuu ottamalla huomioon samanaikaisesti taloudelliset, ekologiset, sosiaaliset ja kulttuuriset kestävätkä ratkaisut, vaatii tämä kokonaisuuksien hahmottamista ja ymmärtämistä. Lisäksi ilmastomuutos, väestönmuutos, kaupungistuminen ja kiihtyvä teknologinen murros muovaavat yhteiskuntaa ja kansantaloutta tulevaisuudessa. Kaupungistuminen vaikuttaa aurinkosähköjärjestelmän asennuksiin siten, että asukkaat haluavat nyt ja tulevaisuudessa kerrostaloihinkin aurinkosähköjärjestelmän, pienentämään ostosähkön kulutusta. Vapaa-ajan asuntojen kysyntä lisääntyy, vaikka maalta muutto kaupunkiin kasvaa, aurinkopaneelit tuovat pienennystä rakennuksen sähkönkulutukseen sekä siirtomaksuihin. Näin ollen asunnon teknisten järjestelmien valvonta poissaolon aikana lisääntyy. Onko tulevaisuudessa aurinkosähköjärjestelmän toiminnan valvontaa se, että järjestelmä liitetään esineiden internettiin (IoT)? Globalisaatio, tiede ja teknologian kehitys ja työn murros edellyttävät opetushenkilöiltä uudenlaista osaamista sekä osaamisen jatkuvaa päivittämistä ja uudistamista. Tästä seurauksena on työn sisältöjen ja osaamisvaatimusten muuttuminen, jotka asettavat uudenlaisia vaatimuksia ja odotuksia koko koulutusjärjestelmälle sekä ammatilliselle koulutukselle tulevaisuudessa. (Opetus- ja kulttuuriministeriö (2019:29, 16–17.)

Työelämän kehittyminen ja siellä tapahtuvat muutokset vaikuttavat ammatilliseen koulutukseen, laadunhallintaan, koulutuksen järjestämiseen ja siihen, miten ja missä ammatillista osaamista tulevaisuudessa hankitaan. Tämän vuoksi opiskelijoille mahdollistetaan jatkuva oppiminen ja opintopolkujen rakentaminen osaamistarpeiden mukaisesti joustavasti koulutustasolta ja koulutusosalta toiselle riippumatta siitä, mitä opiskelijat ovat aikaisemmin valinneet. Vertailtaessa Suomea kansainvälisesti, niin Suomi erottuu edukseen muista maista siten, että menestys perustuu luovuuteen, osaamiseen ja innovatiivisuuteen. Tärkeimpänä kilpailutekijänä on osaava työvoima, jolloin Suomella on erinomaiset mahdollisuudet tulla maailman osaavimmaksi kansaksi. (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2019:29, 17, 39).

3.1 Visio vuoteen 2030

Ammatillisen koulutuksen laatustrategiatyöryhmän mukaan visio ammatillisesta koulutuksesta vuoteen 2030 sisältää muun muassa sen, että ammatillisen koulutuksen tulee vastata työelämän ja yksilöiden muuttuviin osaamistarpeisiin joustavasti, vaikuttavasti ja tehokkaasti. Ammatillinen koulutus tukee aktiivisesti työelämän uudistamista ja uusien innovaatioiden nopeaa käyttöönottoa. Koulutusta uudistetaan ennakkoluulottomasti ja pitkäjänteisesti vastaamaan toimintaympäristön muutoksia ja uusia osaamistarpeita. (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2019:29,18.)

3.2 Tulevaisuuden osaajat

Osaamisen ennakointifoorumi on tuonut esille, miten osaamisen merkitys muuttuu ja mikä on tärkeintä osaamista vuonna 2035. Lähtökohtana oli ennakoida ja pohtia osaamis- ja koulutustarpeita sekä koulutuksen kehittämisehdotuksia.

Prosessin alussa oli muodostettu 2035 vuoteen ulottuva tulevaisuudenkuva, jonka keskiössä oli digitalisaatio sekä teknologinen kehitys. Tulevaisuudessa yrityksen toimintatapoja ja asiakkaan käyttäytymistä on digitalisaatio, joka tulee olemaan toiminta- ja kilpailuedellytys. Tulevaisuudessa muutoksen hallintaa edistäviä taitoja ovat ongelmaratkaisutaidot, itseohjautuvuus, oppimiskyky, henkilökoh-taisen osaamisen kehittäminen, johtaminen sekä tiedon arviointitaidot. Oman osaamisen kehittämiseen tarvitaan motivaatiota ja halua, jonka pitää tulla henki-löltä itseltään. Silloin on mahdollista hankkia uutta osaamista, joka mahdollistaa siirtymisen tehtävästä tai yrityksestä toiseen. Perustutkinnon suorittamisen jäl-keen tarvitaan tulevaisuudessa lisä- ja täydennyskoulutusta esim. ammatti- tai erikoisammattitutkintoja tai niiden osia. (Opetushallitus, 2019:3, 2, 39.)

Tulevaisuudessa osaamisen rakenne tulee osittain muuttumaan, säilyttäen silti nykyisiä rakenteita. Digitalisaation lisäksi kestävä kehityksen osaaminen ja pe-riatteiden ymmärrys on myös noussut opinnoissa tärkeäksi. Tällä on tärkeä kan-sallinen ja maailmanlaajuinen merkitys tasapainoisen, oikeudenmukaisen, ympä-ristön ja yhteiskunnan muodostamisessa. Periaatteita ovat mm. ilmastomuutok-sen ja energiakysymyksiin liittyvät teemat (Opetushallitus 2019:3, 44.) YK:n kes-tävän kehityksen toimintaohjelma Agenda 2030:n toimeenpano on rakentunut Suomessa kahden tavoitteen ympärille. Tavoite 4 perustuu hyvään koulutuksen, johon on yhdistetty tavoite 5, joka taas perustuu yhdenvertaisuuteen ja tasa-ar-voisuuteen. Tavoite 7 perustuu edullisen ja puhtaan energian ympärille. Ensim-mäisen tavoitteen (4 ja 5) saavuttaminen edellyttää muun muassa nuoriso- ja pit-käaikaistyöttömyyden, eri väestönosien syrjäytymisen ja työmarkkinoiden polari-saation ehkäisyä, sukupuolten välisen tasa-arvon edistämistä, elinikäisen oppi-misen tukemista sekä koulutuksellista tasa-arvoa ja väestön koulutus- ja osaa-mistason nostamista. Jälkimmäisen tavoitteen (7) saavuttaminen edellyttää muun muassa edullisen, luotettavan, kestävä ja uudenaikaisen energian var-mistaminen kaikille. (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2019:29, 40.)

Tulevaisuudessa osaamista voi hankkia monella tavalla sekä monimuotoisesti esim. verkossa tapahtuvassa oppimisessa. Osaamista hankitaan useiden digitaalisten lähteiden avulla, mahdollistaen kansainvälisien opintojen hyödyntämisen. Perinteisen koulutuksen roolin kehittäminen on muuttumassa, kun tarkastellaan järjestelmää, jossa on mukana työelämässä järjestettävä koulutus, harrastukset, kolmas sektori sekä yksityiset koulutuksen järjestäjät. Lisäksi pitää varmistaa kaikille tasa-arvoinen mahdollisuus hankkia osaamista. Tulevaisuudessa koulutusjärjestelmä voi toimia oppimisen mahdollistavana alustana, jossa toimivat eri toimijat ja jossa mahdollistetaan tarvittavat puitteet oppimisen ja osaamisen kehittämiseksi. (Opetushallitus 2019:3, 44.)

Energiateollisuus ry:n johtaja Janne Kerttula kirjoituksessaan toteaa että, yhteiskunnan sähköistyminen ja kehitys kohti hiiletöntä tulevaisuutta yhdessä muun murroksen kanssa edellyttävät energia-alalle tekijöitä ja heiltä uudenlaisia taitoja. Energia - alalle tarvitaan insinöörien ja asentajien rinnalle enemmän esim. tietotekniikan, data-analytiikan, viestinnän ja palvelumuotoilun asiantuntijoita. Tulevaisuuden osaajien saamiseksi alalle tarvitaan energiatoimialan, yritysten ja oppilaitosten yhteistyötä ja pitkäjänteisyyttä. Peruskoulusta tuleva nuori opiskelija ja tulevaisuuden valintojaan tekevä on täysipainoisesti työelämässä vasta vuosien kuluttua. Oppilaitosvierailuihin, kesätyöntekijöihin ja harjoittelijoihin kannattaa panostaa aikaisessa vaiheessa. Nuorten tekemä työ ei ole yrityksessä kaikkein tuottavinta, silti nuoret ovat investointia tulevaisuuteen. Nuorille opiskelijoille kannattaa järjestää alusta alkaen kiintoisia ja opettavaisia työtehtäviä sekä nohevia työnohjaajia. Lisäksi alasta on kerrottava ja korostettava hyviä mielikuvia ja annettava hyvä kokemus alasta ensi tutustumisella, oppilaitoksessa ja työelämässä järjestettävässä koulutuksessa. Nuorilla kiertävä viesti hyvistä työtehtävistä työpaikoilla vaikuttaa enemmän hakeutumiseen kuin etujärjestön edustajan lausunto. (Energiauutiset 2021.)

4 Tutkimusmenetelmät

4.1 Kvalitatiivinen menetelmä

Tutkimusmenetelmäksi valikoitui kvalitatiivinen menetelmä, koska lähtökohtana laadullisessa tutkimuksessa on todellisen elämän kuvaaminen. Lisäksi kehittämistyössä selvitetään koulutuksen kehittämiseen liittyviä seikkoja, joita ei voi mitata määrällisesti. On todettu, että kvalitatiivisessa tutkimuksessa yritetään löytää tai paljastaa tosiasioita tutkittavasta aiheesta kuin esitellä olemassa olevia totuuteen perustuvia väittämiä. Haastattelun aikana keskustelun aihe voi aalloilla asiasta toiseen haastateltavan asian tuntemuksen mukaan. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 1997, 152.) Tällä menetelmällä tutkitaan koulutuksen kehittämistä mahdollisimman kokonaisvaltaisesti, keräämällä tietoa erilaisilta toimijoilta aurinkosähkön alalta.

4.2 Teemahaastattelu

Hirsjärvi ym. (1997, 155, 198) on esittänyt asioita, jotka tukevat tutkimusta ja jonka perusteella on valittu tähän opinnäytetyöhön kvalitatiivinen tutkimus ja menetelmäksi teemahaastattelu (liite 1). Hirsjärven mukaan tietoa kerätään suoraan ihmiseltä. Teemahaastattelu soveltuu tutkittavaan aiheeseen, koska kysymykset ovat kaikille haastateltaville samoja, vaikka haastattelussa voidaan liikkua joustavasti, ilman tiukkaa kaavamaista etenemistä. Kyselyn toteuttaja luottaa enemmän omiin havaintoihinsa ja keskusteluissa tulleisiin tietoihin tutkittavien kanssa, kuin mittausvälineillä hankittavaan tietoon. Haastattelussa suositaan metodeja, joissa tutkittavien näkökulmat ja ääni pääsevät esille.

Tällaisia metodeja ovat mm. teemahaastattelu, osallistuva havainnointi, ryhmähaastattelut ja erilaisten dokumenttien ja tekstien analyysit. Haastatteluun valitaan kohdejoukko tarkoituksenmukaisesti, ei satunnaisotoksen menetelmää käyttäen. Avoin haastattelu olisi voinut olla myös sopiva menetelmä haastatteluun, koska avoimessa haastattelussa haastattelijan rooli on selvittää haastateltavan ajatuksia, mielipiteitä ja käsityksiä käsiteltävästä aiheesta. Tässä mallissa aihe voi muuttua kesken haastattelun, kun teemahaastattelussa aihe pysyy samana, vaikka keskustelu aaltoileekin. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 1997, 198.)

5 Aineiston käsittely

Haastattelut tehtiin Teamsin välityksellä, jolloin haastateltavien henkilöiden mielipide esitettiin kysymyksiin, saatiin tallennettua muuttumattomina litterointia eli puhtaaksi kirjoitusta varten. Puhtaaksi kirjoitetut vastaukset ovat esitetty liitteessä 2. Haastattelun edetessä kysymyksiä tarkennettiin, jotta saatiin aiheesta lisää tietoa. Saatu tieto analysoitiin ja verrattiin tuloksia aurinkosähkö opetuksen ja oppimisympäristön nykytilanteeseen. Lisäksi pohdittiin, miten kysymykset ja niihin saadut vastaukset kohtasivat teoriaosuuteen valitut lähteet. Tietoja analysoidessa tuli esille että, sähköautojen kaksisuuntainen lataus on jo nyt osittain käytössä. Tätä aihetta ei ollut kysymyksissä, vaan aihe tuli haastattelussa esille. Haastateltavien määrä vaikuttaa opinnäytetyön tekemiseen luonnollisesti tulosten vertailussa, mutta esitettiin kysymyksiin saatiin silti laadukkaat vastaukset.

5.1 Haastattelun toteutus

Haastattelupyynnöt lähetettiin kahdeksalle Salon seudun yritykselle, joiden toimenkuvaan aurinkosähköasennukset kuuluvat. Haastattelun lähtökohtana oli saada mahdollisimman kattava otos Salon seudun sähköalan yrityksistä, jotka tekevät aurinkosähköasennuksia.

Haastatteluun lupautui lopulta kaksi sähköalan yritystä, jotka ovat toimineet sähköalalla pitkään ja ovat hankkineet vankan kokemuksen aurinkosähköasennuksista sekä tuntevat Salon seudun. Yrityksen edustajat saivat yhteyden oton joulukuun 2021 aikana ensin sähköpostilla ja sen jälkeen puhelimitse, jossa annettiin tarkemmat tiedot opinnäytetyön aiheesta. Haastateltaville tuotiin esille, miksi haastattelu tehdään ja miten saadut tiedot hyödynnetään opetuksen kehittämisessä. Ennen haastattelujen alkua haastateltavat henkilöt antoivat luvan keskustelun tallentamista varten. Haastattelut toteutuivat tammikuussa 2022 Teamsin välityksellä. Haastattelusta saatujen tietojen muuttumattomuus varmistettiin nauhoittamalla Teams-tapaaminen. Eettisestä näkökulmasta tarkasteltaessa tutkimuksesta saadut tiedot ovat tärkeitä opinnäytetyön onnistumisen kannalta.

Haastattelut toteutuivat yksilö haastateltuna, mutta haastattelut olisivat olleet mahdollista toteuttaa kolmena erilaisena toteutuksena. Ryhmähaastattelu oli alun perin suunnitteilla toisessa haastattelussa, mutta vaihtuikin yksilöhaastatteluun. Yksilöhaastattelu on yleisin haastattelun muoto, pari tai ryhmähaastatteluja käytetään esimerkiksi lasten, nuorten ja lasten vanhempien kanssa. Pari tai ryhmähaastattelussa haastateltavat ovat yleensä rennompia ja luontevampia. Ryhmähaastattelusta löytyy hyviä ja huonoja puolia. Hyvänä puolena on ryhmän tuki haastattelussa, jos asia ovat muistin varassa niin toiset auttavat väärinymmärrysten korjaamisessa. Huonona puolena voidaan pitää sitä, että ryhmä voi estää kielteisten asioiden esille tulon, koska ryhmässä voi olla henkilö, joka määrää keskustelun suunnan. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara, 1997 199–200.)

6 Tulokset

Aurinkosähkötekniikoiden muutoksiin haastateltavat vastasivat siten, että paneelien teknologiat kehittyvät hyötysuhteeltaan ja paneelien tehot kasvavat suuremmiksi ja tehomuutos onkin ollut vuoden aikana 300 Wp:stä jopa 400 Wp:iin. Standardit muuttuvat tuoden muutoksia sekä paneelien valmistus muuttuvat esim. tulostettaviin kalvoihin. Paneelien tehojen kasvu aiheuttavat vastavasti sen, että samalla paneelimäärällä saadaan enemmän tehoa, jolloin sähkö- ja sähkötyöturvallisuuteen tulee kiinnittää huomioita asennuksen aikana.

Tulevaisuudessa älytalojen ja kiinteistöjen sähkökuormia ohjataan aurinkosähkön tuotannon mukaan esim. kontaktori ohjauksilla huomioiden akkuteknologiat, tuotannon ennustaminen erilaisten ohjelmien ja alustojen avulla sekä modbus- ja muut erilaiset väylät, joilla kodin laitteet liitetään verkkoon.

Kysyttäessä inverttereiden muutoksista haastateltavat olivat sitä mieltä, että inverttereihin ei ole tulossa suurempaa muutosta fyysisesti, mutta käyttöönoton helppous ja asennuksen vaivattomuus lisääntyy suomenkielinen käyttöohjeiden saatavuuden kautta. Lisäksi kilpailu kasvaa uusien toimittajien ja mallien vuoksi.

Aurinkosähköjärjestelmien perusasennus, joka kaikista tärkein asia, ei tule muuttumaan, mutta järjestelmien tehojen kasvun myötä sähkötyöturvallisuuden osuus kasvaa. Sähkö- ja sähköturvallisuutta sekä kattotyöturvallisuutta on painotettava opetuksen aikana. Isompien kohteiden kysyntä kasvaa koko ajan ja sähköhinnan kasvu markkinoi asiakkaille aurinkosähkön hankintaa. Aurinkosähkön markkinointi opiskelijoille sekä kokonaisuuden hahmottaminen siten, että kustannukset jakautuvat koko vuodelle, eli pimeä aika ei vaikuta kokonaisuuteen. Nämä asiat vaikuttavat positiivisesti myös aurinkosähkön kiinnostukseen ja hälventävät epäluuloja aurinkosähkön kannattavuuteen.

Vastaajat toivat esille, että tulevaisuuden osaajalta vaaditaan sähköasentajan koulutusta, ei työntekijällä saa olla korkeanpaikan kammoa. Lisäksi vaaditaan hyvää fyysistä kuntoa. Erilaisten kattomateriaalien ja rakenteiden tuntemus sekä niiden kanssa toimiminen korostuivat. Energian varastointi sähkövarastoihin tai virtuaaliakkuihin aurinkosähkössä on suuressa roolissa kuluttajille, kun he ovat hankkimassa aurinkosähköjärjestelmiä. Energiaa saataisiin varastoitua helposti päivän aikana, mutta päivällä harvemmin on suurta kulutusta rakennuksessa. Energian varastointi akustoihin tulee mullistumaan, kun markkinoille tulee akkupaketteja 3-vaiheisena ja näin energian käyttöaika saadaan pidennettyä.

Varastointiin liittyen tuli esille myös, että sähköautojen akustojen lataaminen päivällä ja sähkön varastoiminen sähkövarastoon yleistyvät. Näistä sähkövarastoista energiaa hyödynnetään talon käyttöön kulutuksen mukaan. Kaksisuuntaisen järjestelmän tunteminen, jota hyödynnetään jo nyt. Sähköautojen lataus keksällä, johon taloon asennetut paneelit antavat energiaa päivällä. Asiakkaat, jotka ostavat aurinkosähköjärjestelmän, ostavat myös sähköauton latausase- man samaan pakettiin.

6.1 Tulevaisuuden työelämälähtöinen osaaminen ja aurinkosähköosaajaprofiili

Tällä tutkimuksella haluttiin vastata tutkimuskysymyksiin: Millaista työelämälähtöistä osaamista aurinkosähköjärjestelmäasennuksista tarvitaan vuonna 2030 ammatillisessa koulutuksessa sekä millainen on aurinkosähköosaajaprofiili?

Opetushallituksen mukaan tulevaisuudessa sähköalan opiskelija, joka työskentelee ammattiosaajan tehtävätasolla, tarvitsee osaamisen vahvistusta digitaitoihin. Digitaitojen vahvistaminen auttaa opiskelijaa hallitsemaan robotiikkaa sekä automaatiota, koska tehtävätason työtehtävissä voi tapahtua nopeitakin muutoksia ja aikaisemmat työtehtävät voivat automatisoitua.

Tulevaisuuden uusissa työtehtävissä tarvitaan moniosaajaa (Opetushallitus. 2019, 39.) Digitaitojen osalta tärkeimpinä osaamistarpeina pidetään mm. digitaalisten välineiden ja sisältöjen suojeleusaaminen, digitaalisten teknologioiden ja niiden käytön ympäristövaikutusten tiedostamisena sekä tiedon arviointitaidoissa. Digitaitojen osalta korostuu lisäksi tiedonhakutaidot, digitaalisen teknologian luova käyttötaidot, ammatillinen nettietiketti, ohjelmointiosaaminen sekä robotiikkateknologian käyttötaidot (Opetushallitus. 2019, 58.)

Osaamiskortit sisältävät tulevaisuuden osaamistarpeita sähkö- ja elektroniikkatyöntekijöille rakennetussa ympäristössä ja teknologiateollisuudessa ja -palveluissa. Yleisen osaamisen ja työelämätaitojen osalta tärkeimpinä osaamistarpeina pidetään muun muassa kykyä tulkita sähköpiirikaavioita, kytkentäkaavioita, sähköpiirustuksia sekä työkuvia. Lisäksi osaamista tarvitaan ammattietikassa ja laadunhallinnassa, teknisten ongelmien ratkaisutaidoissa, energian-, tehonhallinnan sekä laitteiden mitoituksessa sekä asiakaspalvelu- ja yhteistyötaitoissa. Teknologiateollisuus ja – palvelut - kortissa tärkeimpinä osaamistarpeina pidetään muun muassa sähkölaitteiden ja asennusten käyttöönottoa sekä laitteiden säätämistä ja tarkastamista. Lisäksi osaamista tarvitaan rakennusautomaatiolaitteiden sähköasennus-, huolto- ja ohjelmointitaidoissa, kykyä tulkita sähköpiirikaavioita ja kytkentäkaavioita. Moniammatillisen osaamisen lisäksi asiakaspalvelu-, yhteistyötaidot ja joustavuus ovat tärkeitä osaamistarpeita (Opetushallitus 2020. 28,34.)

Salon seudun ammattiopiston mukaan tulevaisuudessa sähköalan opiskelija, joka asentaa aurinkosähköjärjestelmiä, osaa huolehtia yrityksen työkohteissa turvallisista työolosuhteista. Osaaminen on hankittu oppilaitoksessa laajasti nykyaikaisilla, monipuolisilla ja eri valmistajien laitteilla sekä turvallisilla työtehtävillä aurinkosähkön oppimisympäristössä. Oppimisympäristöt ovat suunniteltu vastaamaan työelämän vaatimuksia (Salon seudun ammattiopisto 2022.)

Salon seudun sähköalan yrityksiä näkökulmasta tarkasteltuna, tulevaisuuden sähköalan opiskelija, joka työskentelee aurinkosähköjärjestelmien asennuksessa, tulee olla moniosaaja, joka hallitsee aurinkosähköjärjestelmien- sekä sähköasennusten asennukset. Tämä on yrityksiä edustajien mielestä kaikkein tärkein asia eikä sen osaamisen tarve tule tulevaisuudessa muuttumaan. Sähköasentajalta vaaditaan paljon enemmän ammattitaitoa sekä kokonaisuuden hahmottamista työkohteissa ja eri järjestelmien kokoonpanojen kanssa, koska laitteet kehittyvät ja monipuolistuvat jatkuvasti. Sähkö-, työ-, ja kattoturvallisuuden hyvä osaaminen erilaisissa työkohteissa on tärkeä seikka. Asentajalla on oltava hyvä fyysinen kunto ja hänen tulee pystyä työskentelemään korkeissa paikoissa, koska työkohteet pääsääntöisesti sijaitsevat erilaisilla kattopinnoilla eri korkeuksissa. Erilaisten kattorakenteiden ja katemateriaalien tunteminen on myös tärkeää osata.

6.2 Aurinkosähköjärjestelmäasennukset opetuksen toteuttamissuunnitelmassa

Aurinkosähköosaajan profiili tulee kytkeä osaksi opetuksen toteuttamissuunnitelmaa. Digitaalisuuden aurinkosähköosaaja tarvitsee muun muassa järjestelmän kytkemiseen verkkoon sekä käyttöönottoon tietokonesovelluksen kautta. Opetuksen toteuttamissuunnitelmassa tämän tulee näkyä siten, että opiskelija tekee harjoitustyönä esim. verkkokaapelin liittämiseen ja kytkee verkkokaapelin avulla invertterin verkkoon. Invertterin valmistajalla on sovellus, jonka opiskelija lataa tietokoneeseen tai älypuhelimeen. Lataamisen jälkeen opiskelija tekee käyttöönoton invertterille ja tekee esim. optimisaattoreista kartan, jonka avulla voi seurata ja hallita järjestelmän toimintaa.

Lisäksi pedagogisena mallina opetuksessa on käytössä interaktiivinen pedagogiikka, jossa teorian ja käytännön oppiminen tapahtuu samanaikaisesti verkossa sekä työsalissa. Opiskelijoiden aktivointi tapahtuu opetuksen aikana digitaalisilla materiaaleilla ja ohjelmilla. Tiedon haussa opiskelijoita ohjataan hakemaan aurinkosähköjärjestelmään kuuluviin laitteisiin tietoa verkosta.

Yleisen osaamisen ja työelämätaitojen osalta tulevaisuuden aurinkosähköosaaja tarvitsee muun muassa kykyä tulkita sähköpiirikaavioita, kytkentäkaavioita, sähköpiirustuksia, rakennekuvia eri kattotyypeistä sekä työkohtaisia kuvia. Opetuksen toteuttamissuunnitelmassa tämä tulee huomioida siten, että opiskelijalle opetetaan aurinkosähköön liittyvät piiri- ja kytkentäkaavioiden sekä sähköpiirustuksien piirrosmerkit.

Osaamisen hankittua, opiskelija piirtää suunnitteluohjelmistolla erilaisia kytkentä- ja piirikaavioita sekä sähköpiirustuksia malliasennuksista. Tämän jälkeen annetaan tehtäväksi piirtää kytkentäkuva tulevasta aurinkosähköjärjestelmästä, joka asennetaan kuvan mukaisesti ottaen huomioon rakennuksen kattorakenne.

Ammattietiikka ja laadunhallinta ovat tärkeitä ammattitaidon osa-alueita. Opiskelijan tulee toteuttaa asennukset turvallisesti annettujen ohjeiden, määräysten, lakien ja säädösten mukaisesti. Opiskelijan tulee lisäksi toimia asiakkaiden kanssa luottamuksellisesti, pitää yllä omaa ammattipätevyyttä ja toimia vastuullisesti. Opiskelijalle tulee opettaa myös käytössä olevat laadunhallinnan standardit esim. ISO – 9000 ja Lean, että hän osaa noudattaa niitä työelämässä.

Opetuksen toteuttamissuunnitelmassa on huomioitava teknisten ongelmien ratkaisutaidot, että opiskelija oppii käyttämään ja hyödyntämään aikaisemmin opiskeltuja kytkentäkaavioita ja ohjekirjoja. Lisäksi toteuttamissuunnitelmassa on huomioitava se, että opiskelija oppii tulkitsemaan laitteen toimintaa ohjekirjojen avulla ja korjaamaan vikoja laitteista kytkentäkaavioiden avulla. Opiskelijan tulee oppia tuntemaan aurinkosähköjärjestelmän laitteiden arvot esim. virrat, jännitteet, tehot, oikosulkuvirrat sekä hyötysuhteen.

Näiden arvojen avulla opiskelija pystyy sitten valitsemaan oikean kokoisen järjestelmän rakennukseen. Lisäksi opiskelija tarvitsee opinnoissaan matemaattisia taitoja.

Asiakaspalvelu- ja yhteistyötaidot tulee näkyä opetuksen toteuttamissuunnitelmassa siten, että opiskelija tekee monipuolisesti erilaisia harjoitustöitä oppilaitoksessa työparin tai työryhmän kanssa sekä kohtaa opintojen aikana asiakkaita oppilaitoksen työkohteissa sekä työelämässä järjestettävässä koulutuksessa. Sähkö-, työ- ja kattoturvallisuuden opiskelu on huomioitava toteuttamissuunnitelmassa siten, että oppilaitoksessa panostetaan opintojen alusta lähtien turvalliseen työskentelyyn, toteutetaan sähkö- ja työturvallisuuskortti – koulutukset. Varmistetaan oppimisympäristöissä, että aurinkosähkö opetukseen kuuluvat laitteet ja aurinkosähköjärjestelmät ovat ajan tasalla, vastaavat työelämän vaatimuksia sekä turvallisia.

7 Pohdinta

Teemahaastattelu menetelmänä toteutui siten, kuin Hirsjärvi ym. (1997, 155) kuvaa keskeisiä kirjallisuudessa esitettyjä piirteitä. Haastattelussa käytetyt kysymykset osoittautuivat tutkimuksen kannalta oikein muotoilluilta ja sieltä tulleet seikat tukevat omaa näkemystä siitä, miten oppilaitoksen aurinkosähköopetusta tulisi kehittää. Opinnäytetyötä luotettavuuden kannalta tarkasteltuna haastatteluun osallistuneiden määrä jäi kahteen yritykseen, joka oli itselle yllätys, koska kahdeksan yritystä oli tarkoitus saada osallistumaan tutkimukseen. Määrä vaikuttaa tiedon saantiin, jonka pohjalta on tarkoitus kehittää oppilaitoksen aurinkosähköopetusta, oppimisympäristöjä sekä opetusmenetelmiä. Tutkimusta olisi ollut mahdollista laajentaa Salon seudulta muihin ympäristö kaupunkeihin, mutta opinnäytetyö rajattiin koskemaan Salon seutua ja siellä tapahtuvaa oppilaitoksen yritysten yhteistyötä aurinkosähköopetuksen kehittämisessä.

Osallistuneiden yritysten pitkä kokemus aurinkosähköstä antoi silti luotettavaa tietoa opinnäytetyöhön. Opinnäytetyö tukee oppilaitoksen kestävä kehityksen ideologiaa ja se opastaa ympäristösuunnitelman kehittämisessä sekä antaa työvälineitä oppilaitoksen vihreään siirtymään. Haastattelussa nousi esille paljon uusia aiheita, jotka toivat merkityksellistä tietoa opinnäytetyön tekemiseen sekä aurinkosähköopetuksen kehittämiseen.

Opinnäytetyötä eettisesti tarkasteltaessa, tärkeitä seikkoja ovat se, että haastatteluun osallistuvien henkilöiden vastaukset tallennettiin muuttumattomina litteointia varten. Yhteyttä otettiin ensin sähköpostilla ja sen jälkeen puhelimitse, jossa annettiin tarkemmat tiedot opinnäytetyön aiheesta.

Haastateltaville tuotiin esille, miksi haastattelu tehdään ja miten saadut tiedot hyödynnetään opetuksen kehittämisessä. Lisäksi ennen haastattelujen alkua haastateltavat henkilöt antoivat luvan keskustelun tallentamista varten. Haastateltavien nimiä ja yrityksiä ei ole mainittu opinnäytetyössä, koska niillä ei ole merkitystä opinnäytetyön kannalta.

Selvisi että, auringon hyödyntäminen sähkön tuottamiseen on nyt kustannustehokkaampaa, kuin uusien hiilivoimalaitosten tuottaminen. Tämän muutoksen vuoksi ja aurinkojärjestelmien kehittyessä järjestelmien hankinta on lisääntynyt ja lähtenyt kasvuun, joka vaikuttaa hintojen alenemiseen. Tämä lisää kuluttajien mielenkiintoa ja kynnystä hankkia itselleen oma järjestelmä.

Ammatillisen koulutuksen tulee reagoida järjestelmien hankinnan kasvuun, tarjoamalla opiskelijoille laadukasta osaamista aurinkosähköjärjestelmien asentamiseen. Näin saadaan ammattitaitoisia työntekijöitä työelämään.

Aurinkosähköjärjestelmien laitteiden tekniikka on myös kehittynyt paljon, markkinoille on tullut uusia tuotteita ja paneeleita on asennettu rakennusten julkisivuun, mikä on huomattu hyväksi keinoksi hyödyntää hajasäteilyn hyödyntämistä talvisaikaan Suomessa.

Lisäksi ohutkalvo tekniikkaa voidaan hyödyntää ajoneuvoissa, ikkunoissa sekä katolla. Nämä mahdollistavat ehdottomasti laajemmat käyttömahdollisuudet. Tämä teknologia avaa paljon uusia käyttökohteita aurinkosähkö teemassa. Suomessa onkin hyödynnetty aurinkosähköä paljon enemmän aikaisempaan verrattuna. Kotitaloudet ja nykyään kauppojen ja isompien liiketilojen katot on hyödynnetty aurinkoenergian hyödyntämiseen. Esimerkkeinä oppilaitokset, liikekiinteistöt sekä kerrostalot.

Opetushallituksen julkaisut antavat hyvän vision siitä, mihin ammatillinen koulutus on menossa tulevaisuudessa. Visiot tukevat ja ohjaavat opetuksen kehittämistä ja antavat viitteitä siihen, että ammatilliset oppilaitokset joutuvat myös uusiutumaan ja opettajilta tarvitaan myös uudenlaista ammattitaitoa, sopeutumista muutokseen, poisoppimista vanhoista tavoista sekä ammattitaidon jatkuvaa päivittämistä ja uudistamista. Nämä asiat asettavat uudenlaisia vaatimuksia ja odotuksia koko koulutusjärjestelmälle sekä ammatilliselle koulutukselle tulevaisuudessa. Vaikka tulevaisuudessa opettajalla on käytössä tekoälyt ja muut apuvälineet seurata opiskelijoiden kehittymistä ja toteuttaa muita hallinnollisia asioita opetuksen taustalla, niin paras sovellus on silti läsnä oleva opettaja (Matson - Mäkelä. 2020.) Tärkeänä taitona pidän myös sitä että, opiskelijoiden kädentaitoihin pitäisi kiinnittää huomiota jo peruskoulussa, ennen ammatilliseen koulutukseen tuloa. Perustyökalujen tuntemus ja käsittely, erilaisten materiaalien kanssa auttavat opiskelijoita tekemään laadukkaita harjoitustöitä.

Ihmisten asenteiden muuttaminen vaatii lisää koulutusta, pitkäjänteistä työtä ja tietoisuutta YK:n kestävän kehityksen tavoitteista. Tämä antaa hyvän pohjan hyvän ilmaston ja puhtaan luonnon rakentamiselle tulevaisuudessa. Salon seudun ammattiopistossa on tehty ympäristösuunnitelma ja sitä seurataan tällä hetkellä hyvin. Salon seudun ammattioppilaitos kantaa vastuuta ympäristöstä esim. Osuenergian kulutuksen pienentämisestä, lisäämällä uusiutuvan energian osuutta.

Oppilaitoksen katolle on asennettu aurinkopaneelijärjestelmä ja opiskelijoilla on mahdollisuus valita aurinkosähköjärjestelmän asennukset valinnaiseksi osaksi tutkintoa.

Ammatillinen kasvu tapahtui opintojen aikana ja syventyi opinnäytetyön edessä. Opinnäytetyön tekeminen on kehittänyt paljon osaamista uusiutuvaan energiaan ja erityisesti aurinkosähköön liittyen. Tähän on vaikuttanut se, että olen tutustunut erilaisiin lähteisiin, artikkeleihin ja tutkimuksiin aurinkosähköstä sekä uusiutuvista energioista. Ammatillinen osaaminen sähköalalla on päivittänyt erityisesti aurinkosähkön sekä uusiutuvan energian osalta.

7.1 Kehittämisehdotukset

Opinnäytetyön tuloksia ja kehittämisehdotuksia hyödyntämällä Salon seudun ammattiopistossa pystytään reagoimaan hyvissä ajoin tulevaisuuden aurinkosähköopetuksen haasteisiin sekä oppilaitoksen toiminnan suunnitteluun tulevaisuudessa. Näillä keinoilla saadaan paikallisena ammatillisena oppilaitoksena tuotettua laadukasta ja ajantasaista opetusta sähköalan opiskelijoille.

Opetusta tulee kehittää saatujen tuloksien pohjalta. Paikallisiin ammattitaitovaatimuksiin perustuvan tutkinnon osan laatimista tulee miettiä tarvittaessa tulevaisuudessa. Jatkossa tulee yhä enemmän pohtia yrityksiä kanssa sitä, riittävätkö tällä hetkellä voimassa olevissa tutkinnon perusteissa olevat ammattitaitovaatimukset kattamaan opiskelijoiden osaaminen työelämässä Salon seudulla vai tulee oppilaitokseen kehittää yhteistyössä yrityksiä kanssa paikallisiin ammattitaitovaatimuksiin perustuva tutkinnon osa. Oppilaitoksessa olemassa olevan aurinkosähköjärjestelmän ja oppimisympäristön laajentaminen tulevaisuuden tarpeita ajatellen tulee kehittää.

Aurinkosähköjärjestelmään tulisi hankkia lisää uuden teknologian myötä kehittyneitä paneeleita, inverttereitä sekä asennustarvikkeita ja kehittää luokassa tapahtuvaa käytännön työn tekemistä hankkimalla erillisiä kattopintoja, joihin pystyy kiinnittämään aurinkopaneeleita useampi opiskelija kerrallaan.

Haastatteluissa nousi esille sähkövarastot. Akkujen ja sähkövarastojen toiminta, asennus ja huolto on otettava huomioon opetuksessa ja laajennettava oppimisympäristöä järjestelmällä, johon on liitetty akusto tai sähkövarasto. Salon seudun lähellä on paljon saaristoa, jolloin off-grid järjestelmien asennusta olisi kannattavaa hyödyntää.

Sähköautojen latausta ei ollut mukana kysymyksissä, vaan aihe tuli haastattelussa esille. Sähköautojen lataus on ollut suunnitteilla lisätä opetukseen mukaan, mutta tätä ei vielä tällä hetkellä ole Sähköalan perustutkinnon tutkinnon perusteissa. Opetuksen kehittämisen kohteena tässä olisi kaksisuuntaisen järjestelmän opettaminen, jota hyödynnetään jo nyt sähköautojen akustojen lataamiseen aurinkosähköllä päivällä ja varastointiin sähkövarastoon, josta energiaa hyödynnetään kulutuksen mukaan talon käyttöön. Tässä olisi lisäksi uuden oppimisympäristön kehittämisen paikka oppilaitokseen. Haastatteluissa korostui se, että asiakkaat, jotka ostavat aurinkosähköjärjestelmän, ostavat myös sähköauton latausaseman samaan pakettiin.

Salossa sijaitsee Suomen ainoa aurinkopaneelitehdas, joka sijaitsee oppilaitoksen vieressä. Tehtaalla on iso vetovoima Salon alueella ja hyödynnettävissä myös oppilaitoksen vetovoimaisuuteen, jos oppilaitoksen ja yrityksen välistä yhteistyötä kehitetään. Aurinkopaneeleita valmistavaan yritykseen on suunnitelmassa työelämässä järjestettävää koulutusta aurinkosähköjärjestelmätutkinnon osaan. Opiskelijoille avautuisi mahdollisuus olla mukana aurinkopaneelijärjestelmien asennuksissa yrityksen työkohteissa. Työelämässä tapahtuvaa oppimista kehittämällä pysytään myös jatkuvasti ajan hermoilla ja pystytään reagoimaan tarvittaessa aurinkosähköasennuksien toimintaympäristön muutoksiin.

Oppimissolussa opiskelijat perehtyisivät paneelien valmistukseen kohta kohdalta, joka auttaisi heitä ymmärtämään paremmin paneelin kennojen toimintaa. Näin saataisiin opiskelijoille työelämälähtöistä osaamista ja ammattitaitoa, mitä oppilaitoksen työsalissa ainoastaan teoriatasolla pystytään opettamaan. Lisäksi opiskelijat pääsisivät kokemaan työelämän työskentelytapoja. Opiskelijat perehtyisivät oppilaitoksessa ensin aurinkosähköpaneelien tekniikkaan ja toimintaperiaatteisiin. Yrityksen tuotantotilojen työpisteisiin laadittaisiin yrityksen edustajien kanssa yhteistyössä, selkeät kuvalliset ja yksityiskohtaiset ohjeet eri työvaiheista digitaalisia sovelluksia hyödyntäen. Digitaalisuus tai perinteisesti tehdyt ohjeet, eivät kuitenkaan poista työpaikkaohjaajan läsnäoloa työpisteessä.

Oppimissolujen rakentamisesta kyseiseen yritykseen, tulisi keskustella ensin yrityksen ja oppilaitoksen edustajien kanssa. Kehittämisajatuksena on, että opiskelijat suorittaisivat aurinkosähköjärjestelmät tutkinnon osan monimuoto-opiskeluna. Oppilaitoksessa on käytössä verkko-oppimisolusta digikampus, johon on tehty aurinkosähköön liittyvää opiskelumateriaalia. Opiskelumateriaali koostuu teoria osuuksista ja arvioitavista tehtävistä. Materiaalin perusteella opiskelija pystyy opiskelemaan tutkinnon osaan tehtyä teoriaa itsenäisesti ajasta ja paikasta riippumatta ja sen jälkeen soveltamaan oppimaansa käytännön työtehtävissä, oppilaitoksessa sekä erilaisissa yrityksen työkohteissa, työpaikkaohjaajan ohjauksessa.

Opetusmateriaalien ajantasaisuuden varmentaminen on haasteena muuttuvien määräysten ja laitteiden tuotekehityksen sekä uusien laitetoimittajien markkinoille tulon vuoksi. Oppikirjat ja standardit tulisi uusia silloin, kun standardit ja määräykset muuttuvat. Tässä voisi hyödyntää sähköisiä versioita oppimateriaaleista.

Opettajien ajantasaisen tiedon varmistaminen ja pysymisen kehityksen huipulla erilaisin koulutuksin tulisi lisätä. Koulutusaiheita olisi esimerkiksi aurinkosähkön liittyvät kurssit, älytalojen vaatimat tekniikat, erilaiset sähkökuormien ohjaukset aurinkosähkön tuotannon mukaan, akkuteknologiat ja niiden hyödyntäminen sekä asennukset, sähkövarastot, väylätekniikka ja uusiin määräyksiin, standardeihin kouluttaminen. Oman osaamisen kehittäminen on jo huomioitu työaikasuunnitelmassa, joten lisäkoulutuksen hankkiminen on myös opettajan omalla vastuulla.

Haastattelussa tuli selville se, että sertifioidun asentajakoulutuksen saanti Salon Seudun ammattioppilaitokseen, olisi hyvä lisä Salon Seudun alueelle. Sertifikaattikoulutuksen tarve kasvaa tulevaisuudessa, koska yrityksille on hyötyä sertifioiduista asentajista. Sertifiointi-koulutusjärjestelmä on lisä- tai täydennyskoulutus, joka on vapaaehtoinen ja tarkoitettu aurinkolämpö- ja aurinkosähköasentajille sekä biolämpö- ja lämpöpumppuasentajille. Koulutuksen suorittanut asentaja pystyy osoittamaan pätevyytensä todistuksella sekä sertifikaatilla asennustöissä. Sertifiointijärjestelmän on luonut alalla olevat toimijat ja järjestelmän valvonta kuuluu uusiutuvan energian toimikunnalle, jonka koordinoi Motiva. Uusiutuvan energian toimikunnan tehtävänä on valvoa järjestelmän toimivuutta, viestintä, koulutuksen suunnitteluun osallistuminen ja asentajaluettelon ylläpito. Uusiutuvan energian RES-direktiivi on sertifiointijärjestelmän taustalla, ja direktiivin toimenpiteiden avulla pyritään lisäämään ja tehostamaan uusiutuvan energian käyttöä Euroopan unionissa. 2015 vuodesta alkaen Energiavirasto hyväksyy ne kouluttajat, jotka ovat lähettäneet hakemuksen ja täyttäneet hakuehdot. Hyväksynnän jälkeen kouluttajat voivat antaa uusiutuvan energian täydennyskoulutusta. (Motiva 2022.) Energiaviraston hyväksynnän taustalla on RES-kouluttajalaki, joka määrittelee kelpoisuus ehdot. Hakijan hyväksynnän edellytyksenä on riittävä opetushenkilöstö, opetukseen soveltuvat tilat sekä tarvittavat tekniset laitteet ja välineet. (Energiavirasto 2022.)

Jatkotutkimuksena olisi aurinkosähkön oppimisympäristön laajentaminen vastaamaan paremmin tulevaisuuden haasteita ja mitä uusia teknologisia ratkaisuja hankitaan oppimisympäristöön. Lisäksi jatkotutkimuksena voisi olla oppilaitoksen sähköautojen latauksien toteutus aurinkosähköllä ja kuinka energian varastoiminen kaksisuuntaisena latauksena pystytään hyödyntämään oppilaitoksessa. Tutkimuksen toteuttaminen myöhemmin uudestaan, voisi tuoda lisää tietoa, jos haastatteluun saataisiin uusia yrityksiä.

Työn jatkokehitysmahdollisuudet oppimisympäristön laajentamiseen, paikallisen tutkinnon osan laatimiseen ovat ajankohtaista opinnäytetyön valmistuttua. Paikallisen tutkinnon osan suunnitteluun ja käyttöönottoon, tulevat vaikuttamaan uudet tutkinnon perusteet riippuen, milloin ne uudistuvat sekä kuinka paljon ammattitaitovaatimukset ja oppimisympäristöt oppilaitoksessa ja työelämässä muuttuvat tulevaisuudessa.

Lähteet

- Dehm M. 2020. Audin tutkimus: sähköauto osaksi sähköverkkoa-toimisi verkon tai talouden puskurivarastona.
<https://moottori.fi/ajoneuvot/jutut/audin-tutkimus-sahkoauto-osaksi-sahkoverkkoa-toimisi-verkon-tai-talouden-puskurivarastona/>
- Brink P. 2021. Sähkövarastot tukevat energiamurrosta. Fingridlehti. Luettu 24.2.2022
<https://www.fingridlehti.fi/sahkovarastot-tukevat-energiaturrosta/>
- D1-käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 2017. 712. S. 390–392
- Empirica. 2022. Mikä on IoT.
<https://www.empirica.fi/iot/>. Luettu 15.4.2022
- Energiavirasto. 2022. Uusiutuvan energian asentajan koulutus. Luettu 20.4.2022.
<https://energiavirasto.fi/uusiutuvan-energian-asentajat>
- Energiayhteisön käsikirja. 2021. Elenia ja VTT, liite 1, 30.
<https://www.elenia.fi/fi-les/7de35936c413685a502e8cfe531bdc1e42653201/elenia-energiayhteisokasikirja.pdf>. Luettu 30.12.2021
- Fixsun. 2021. AC vaihtovirtapaneelit. Luettu 15.3.2022
<https://fixsun.net/fixsun-ac-vaihtovirtapaneeli/>
- Fortum. 2021. Virtuaaliakku. www.fortum.fi. Luettu 7.1.2022
- Helen. 2021. Virtuaaliakulla varastoit aurinkoa pilvisen päivän varalle. Luettu 24.2.2022
<https://www.helen.fi/aurinkopaneelit/sahko-varastointi/virtuaaliakku>
- Hirsjärvi S. Remes P. & Sajavaara P. 1997. Tutki ja kirjoita.
 ISBN: 951–26–5113–0
- Energiavirasto. 2021. Aurinkosähkön tuotantokapasiteetti. Luettu 23.2.2022
<https://energiavirasto.fi/-/aurinkosahkon-tuotantokapasiteetti-kasvoi-45-prosenttia-vuonna-2020-pientuotantoa-lahes-300-megawattia>
- Karppinen J. 2018. Kaksisuuntainen lataus. Teknologiateollisuus, Helen, Päivitetty 20.2.2018 klo 20.13, luettu 30.1.22
<https://emobility.teknologiateollisuus.fi/fi/kaksisuuntainen-lataus-syrjayttaa-perinteisen-latauspisteen-muutamassa-vuodessa>
- Lasiposti. 2022. Aurinkosähkölasi. Luettu 14.3.2022
<https://www.lasiposti.fi/tuotteet/aurinkosahkolasi/>
- Leppänen J. 2018. Aurinkosähkön neljä trendiä. ABB
<https://www.abb-conversations.com/fi/2018/06/aurinkosahkon-nelja-trendia/>. Luettu 7.12.2021
- Motiva. 2022. Sertifiointikoulutus. 28.3.2022. Luettu 20.4.2022.
https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/palvelut/sertifioidut_asentajat/sertifiointikoulutus
- Motiva. 2022. Verkkoon liitetty aurinkosähköjärjestelmä. Luettu 25.4.2022
<https://urly.fi/2Avx>

- Matson - Mäkelä. 2020. Millaista arki on vuonna 2030? Lue 16 ennustusta siitä, miten teknologia ja ympäristönsuojelu muuttaa elämäämme. <https://yle.fi/uutiset/3-11177452> Luettu 28.11.2021
- Matthews R. NordVPN. 16.4.2021. Mikä on esineiden internet (IoT)? <https://nordvpn.com/fi/blog/mika-on-iot/>
- Mattila V. 2021. Energiauutiset. Haussa hyvät tekijät. Luettu 24.2.2022. <https://www.energiauutiset.fi/kategoriat/tyoelama/haussa-hyvät-teki-jat.html>
- Newspool. 2002. Maailmaa mullistavaa aurinkosähköä. 16.02.2022. LUETTU 24.2.2022 <https://newspool.fi/artikkelit/maailmaa-mullistavaa-aurinkosahkoa/>
- Salon Seudun ammattiopisto. 2022. Organisaatio tarinamme, luettu 22.2.2022 <https://www.sskky.fi/kuntayhtyma/organisaatio>
- Opetushallitus. 2020. Ammatilliset perustutkinnot uudistuvat vuoteen 2025 mennessä. 19.10.2020. Luettu 20.4.2022 [https://www.oph.fi/fi/uutiset/2020/amatilliset-perustutkinnot-uudistuvat-vuoteen-2025-menessä](https://www.oph.fi/fi/uutiset/2020/amatilliset-perustutkinnot-uudistuvat-vuoteen-2025-menessa)
- Opetus- ja kulttuuriministeriö. 2019:29. Kohti huippulaatua. Ammatillisen koulutuksen laatustrategia vuoteen 2030. Valtioneuvosto
- Opetushallitus. 2019:3. Osaaminen 2035. Osaamisen ennakointifoorumin ensimmäisiä ennakointituloksia.
- Opetushallitus. 2019:14. Osaamisrakenne 2035. Alakohtaiset tulevaisuuden osaamistarpeet ja koulutuksen kehittämishaasteet.
- Opetushallitus. 2020. Osaamisen ennakointifoorumi. Ammattiala korttipakka
- Solnet Group. Älykäs aurinkosähkö
Solnet | Suomi | Älykäs aurinkosähkö. Luettu 5.12.2021
- ST 55.32.2019. Verkkoon kytketyt aurinkosähköjärjestelmät. Sähkötieto.
ST- Käsikirja 40. 2021. Aurinkosähköjärjestelmien suunnittelu ja toteutus
- Tilastokeskus. 2021. Uusiutuvat energialähteet, käsitteet, määritelmä 1. https://www.stat.fi/meta/kas/uusiutuvat_ener.html Luettu 28.11.2021

Liite 1 (1/1)

Haastattelukysymykset

Asennusliikkeiden edustajille esitettävät kysymykset:

1. Aurinkosähköjärjestelmien laitteiden kehitys
 - a. paneelit
 - b. Invertterit
 - c. akusto
 - d. Sähkövarasto
 - e. Virtuaaliakku
 - f. IoT (Internet of things)

2. Aurinkosähköasentajien osaaminen
3. Oppilaitoksen aurinkosähköopetuksen kehittäminen
4. Aurinkopaneelien muutokset tulevaisuudessa
5. Oppilaitoksen aurinkosähköopetuksen kehittäminen